



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Br. Andersen Jesús Gómez Avila

Br. Elias Enrique Silva Navarro

Asesor:

Ing. Germán Sagástegui Vásquez

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A mis padres

Jovita Avila Saldaña y Romulo Gómez Marreros, por su esfuerzo, dedicación y por todo el apoyo que me brindan para cumplir mis metas.

A mis hermanos

Jhonny Gómez y Manuel Gómez, por todo su apoyo y motivación que me brindan para seguir adelante y siempre estar ahí en los momentos difíciles.

A mi familia

A mis tíos, primos y demás familiares que me mostraron en todo momento su apoyo.

A mis amigos

Por todos los buenos momentos compartidos, por las experiencias vividas juntos y el apoyo incondicional que me brindan.

Br. Andersen Jesús Gómez Avila

DEDICATORIA

A mi madre

Sonia Judith Navarro Vega, por tu esfuerzo y dedicación, por todo el amor que me das, por tu apoyo incondicional y por ser un ejemplo de perseverancia. Cada logro alcanzado te lo dedico y debo a ti.

A mis abuelitos

Arnaldo Navarro, María Vega, Cayetano Silva y Digna Velásquez, por todo el amor y las enseñanzas que me brindaron desde pequeño, por ser los pilares fundamentales en mi desarrollo como persona de bien, por su apoyo y motivación constante. Hoy soy quien soy gracias a ustedes.

A mi familia

A mis hermanos, primos y tíos, por todo el cariño que me muestran, por cada consejo brindado, por todos esos momentos que vivimos, pues con cada uno de ustedes aprendí algo en la vida. Agradezco a Dios por haberme permitido formar parte de una maravillosa familia.

A mis amigos

Por todos los buenos momentos compartidos, por todas las experiencias que vivimos juntos y el apoyo brindado, que me permitieron crecer como persona y profesional.

Br. Elias Enrique Silva Navarro

AGRADECIMIENTO

A Dios	Por ser nuestra guía espiritual en todo momento y brindarme buena salud y sabiduría para afrontar las decisiones difíciles en mi vida y siempre guiarme por buen camino.
A mi familia	A mis padres, hermanos, familia y amigos que me han brindado su apoyo en todos estos años de aprendizaje y mucho esfuerzo para culminar esta meta.
A Pronabec	Por brindarme la oportunidad de formar parte de este programa del estado para culminar mis estudios superiores y contribuir a mi país.
A mis profesores	Porque día a día nos imparten enseñanzas y motivan a luchar para el cumplimiento de nuestras metas. Un agradecimiento especial al Ing. German Sagástegui Vásquez, por transmitirme los conocimientos necesarios para poder desarrollar y llegar a la etapa final de esta investigación.
A la Universidad Privada del Norte	Por la formación profesional brindada e incentivar a la investigación y seguir formando buenos profesionales.

Br. Andersen Jesús Gómez Avila

AGRADECIMIENTO

- A Dios** Por darme salud, cuidarme y protegerme en todo momento. Por haberme dado la fortaleza y capacidad suficiente para afrontar y superar cada desafío durante mi vida y etapa universitaria.
- A mi madre** Por apoyarme e impulsarme a ser una mejor persona y profesional, pues siempre estuviste animándome ante cualquier adversidad. Gracias a ti hoy puedo alcanzar un logro más en mi vida.
- A Pronabec** Por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera profesional y construir un mejor futuro.
- A mis profesores** Porque día a día nos imparten enseñanzas y motivan a luchar para el cumplimiento de nuestras metas. Un agradecimiento especial al Ing. German Sagástegui Vásquez, por transmitirme los conocimientos necesarios para poder desarrollar y llegar a la etapa final de esta investigación.
- A la Universidad Privada del Norte** Por la formación profesional, por incentivar a la formación en valores de sus estudiantes y prepararnos para un futuro competitivo.

Br. Elias Enrique Silva Navarro

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS	13
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	20
RESUMEN	21
ABSTRACT	22
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	23
1.1. Realidad problemática.....	23
1.2. Formulación del problema	31
1.3. Justificación.....	31
1.4. Limitaciones	32
1.5. Objetivos	33
1.5.1. Objetivo general	33
1.5.2. Objetivos específicos.....	33
1.6. Antecedentes de la investigación	35
1.7. Bases Teóricas.....	41
1.7.1. Ubicación Geográfica	41
1.7.2. Estabilización de Suelos	42
1.7.2.1. Tipos de Estabilización:.....	44
1.7.3. Carretera	59
1.7.3.1. Clasificación de carreteras	59
1.7.4. Suelos	60
1.7.4.1. Definición	60
1.7.4.2. Tipos de suelos según la geotecnia	60
1.7.4.3. Caracterización de la subrasante	60
1.7.4.4. Pavimentos.....	63
1.7.4.4.1. Componentes de un pavimento.....	63
1.7.4.5. Afirmados	65

1.7.4.6. Patologías en Carreteras Afirmadas.....	65
1.7.4.6.1. Descripción del mecanismo de deterioro.....	65
1.7.5. Tráfico	66
1.7.5.1. Definiciones:	66
1.7.5.2. Tipos de vehículos	66
1.7.5.3. Factores para el cálculo del tráfico	69
1.7.5.4. Método del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC 75	
1.7.6. Diseño de la carretera	78
1.8. Hipótesis.....	79
1.8.1. Hipótesis general	79
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	80
2.1. Operacionalización de variables.....	80
2.2. Diseño de la investigación:	81
2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	82
2.3.1. Unidad de estudio	82
2.3.2. Población	83
2.3.3. Muestra	83
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	85
2.4.1. Técnica de recolección de datos.	85
2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	86
2.4.3. Instrumentos de análisis de datos	86
2.4.4. Procedimiento de análisis de datos	87
2.5. Procedimiento de Recolección de Datos.....	88
2.5.1. Materia Prima	90
2.5.1.1. Suelo:	90
2.5.1.2. Agua:.....	90
2.5.1.3. Aceite sulfonado:	90
2.5.1.4. Cemento Portland Tipo I.....	91
2.5.2. Estudio de la zona y trabajo de campo	91
2.5.2.1. Estudio de la zona	91
2.5.2.1.1. Generalidades	91
2.5.2.1.2. Ubicación	92
2.5.2.2. Trabajo de Campo.....	92

2.5.2.2.1. Calicatas.....	92
2.5.2.2.2. Número de Calicatas.....	92
2.5.3. Ensayos de laboratorio.....	93
2.5.3.1. Contenido de Humedad (MTC E-108/ ASTM D-2216).....	96
2.5.3.2. Análisis granulométrico (MTC E-204/ ASTM D-422)	97
2.5.3.3. Límites de Atterberg (MTC E-110,111/ ASTM D-4318).....	99
2.5.3.3.1. Límite Líquido (MTC E110)	99
2.5.3.3.2. Límite Plástico e índice de plasticidad (MTC E-111)	100
2.5.4. Clasificación de suelos	103
2.5.4.1. Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS) – (ASTM D2487) 103	
2.5.4.2. American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO) – (ASTM D-3282)	107
2.5.5. Proctor Modificado (MTC E115/ ASTM D1557).....	110
2.5.6. CBR (California Bearing Ratio) (MTC E-132/ ASTM D-1883)	115
2.5.7. Compresión no Confinada (MTC E-1103/ ASTM D-2166)	118
CAPITULO III: RESULTADOS.....	123
3.1. Ensayos de laboratorio	123
3.1.1. Granulometría, clasificación SUCS y AASHTO.....	123
3.1.2. Límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP)	123
3.1.3. Contenido de humedad	124
3.1.4. Proctor modificado	124
3.1.5.- Ensayos de CBR.....	127
3.1.6.- Ensayos de compresión no confinada.....	129
3.2. Diseño de carretera.....	132
3.2.1. Determinación del número de repeticiones de Ejes Equivalentes.....	132
3.2.1.1. Resultados del conteo vehicular	133
3.2.1.2. Cálculo del EAL de diseño.....	134
3.2.2. Cálculo del espesor (e):	135
3.3. Prueba de hipótesis	136
3.3.1. Prueba de Normalidad	136
3.3.2. Análisis de varianza	136
3.3.3. Prueba Tukey	137
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	138

4.1. Discusión.....	138
4.1.1. Granulometría, clasificación AASHTO y SUCS	138
4.1.2. Limite Líquido (LL), Limite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP)	138
4.1.3. Contenido de Humedad	139
4.1.4. Proctor Modificado.....	140
4.1.5. Ensayo de CBR.....	143
4.1.6. Ensayos de compresión no confinada.....	147
4.1.7. Análisis estadístico de datos	150
4.1.7.1. Prueba de normalidad	150
4.1.7.2. Análisis de varianza.....	150
4.1.7.3. Prueba de Tukey	151
4.2. Conclusiones	152
4.3. Recomendaciones.....	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155
ANEXOS	160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dosificación de cemento por tipo de suelo	50
Tabla 2: Requerimiento de cemento de acuerdo a la clasificación AASHTO	52
Tabla 3: Requerimiento promedio de cemento para los suelos arenosos horizonte B y C .	53
Tabla 4: Requerimiento promedio de cemento para los suelos limosos y arcillosos horizonte B y C.....	53
Tabla 5: Clasificación por orografía.....	59
Tabla 6: Número de calicatas dependiendo el tipo de carretera.....	61
Tabla 7: Número de ensayos MR y CBR	62
Tabla 8: Categorías de Subrasante acorde al CBR del suelo.....	64
Tabla 9: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.....	76
Tabla 10: Factores de crecimiento acumulado (Fca) para el cálculo de número de repeticiones de EE.	77
Tabla 11: Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos	78
Tabla 12: Matriz de Hipótesis	79
Tabla 13: Operacionalización de la variable dependiente	80
Tabla 14: Diseño de investigación experimental.....	82
Tabla 15: Número de calicatas para explotación de suelos	83
Tabla 16: Número de ensayos CBR	84
Tabla 17: Población de la Investigación.....	84
Tabla 18: Calicatas elaboradas en la investigación	93
Tabla 19: Clasificación de suelos según Tamaño de partículas	97
Tabla 20: Clasificación de suelo según su Índice de Plasticidad	102
Tabla 21: Prefijos y sufijos para cada tipo de suelo	103
Tabla 22: Combinaciones en función de los prefijos y sufijos del suelo.	104
Tabla 23: Clasificación de suelo según su índice de grupo.....	108
Tabla 24: Clasificación del suelo AASHTO M-145	109
Tabla 25: Similitudes en la clasificación SUCS y AASHTO	109

Tabla 26: Cantidad de adición de aceite sulfonado y cemento portland tipo I.....	111
Tabla 27: Condiciones para ensayo de Proctor Modificado.....	114
Tabla 28: Cantidad de adición de aceite sulfonado y cemento portland tipo I.....	116
Tabla 29: Cantidad de adición de aceite sulfonado y cemento portland tipo I.....	119
Tabla 30: Clasificación de la consistencia del suelo	122
Tabla 31: Cuadro resumen del ensayo de granulometría y clasificación SUCS y AASHTO	123
Tabla 32: Cuadro resumen de los resultados del ensayo de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad	123
Tabla 33: Cuadro resumen del ensayo de contenido humedad	124
Tabla 34: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra patrón	124
Tabla 35: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 0.5% de cemento	125
Tabla 36: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 2% de cemento	125
Tabla 37: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 3.5% de cemento.	126
Tabla 38: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 5% de cemento.	126
Tabla 39: Cuadro resumen del ensayo de CBR del suelo en estado natural	127
Tabla 40: Cuadro resumen del ensayo de CBR, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 0.5% de cemento.....	127
Tabla 41: Cuadro resumen del ensayo de CBR, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 2% de cemento.....	128
Tabla 42: Cuadro resumen del ensayo de CBR, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 3.5% de cemento.....	128
Tabla 43: Cuadro resumen del ensayo de CBR, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 5% de cemento.....	129
Tabla 44: Cuadro resumen del ensayo de CNC, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 0.5% de cemento.....	129

Tabla 45: Cuadro resumen del ensayo de CNC, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 2% de cemento.....	130
Tabla 46: Cuadro resumen del ensayo de CNC, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 3.5% de cemento.....	130
Tabla 47: Cuadro resumen del ensayo de CNC, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 5% de cemento.....	130
Tabla 48: Cuadro resumen del ensayo de CNC en estado saturado, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 0.5% de cemento.	131
Tabla 49: Cuadro resumen del ensayo de CNC en estado saturado, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 2% de cemento.	131
Tabla 50: Cuadro resumen del ensayo de CNC en estado saturado, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 3.5% de cemento.	131
Tabla 51: Cuadro resumen del ensayo de CNC en estado saturado, muestra con 0.30 Lts/m ³ de aditivo + 5% de cemento.	132
Tabla 52: Producto Bruto Interno de La Libertad 2009 - 2019.....	132
Tabla 53: Indicador macroeconómico	133
Tabla 54: Tabla resumen del conteo vehicular.....	133
Tabla 55: Cálculo de Ejes Equivalentes por día.....	134
Tabla 56: Cálculo del EAL de diseño en el periodo de diseño (10 años)	134
Tabla 57: Prueba de Normalidad - Shapiro – Wilk	136
Tabla 58: Prueba de homogeneidad de varianzas	136
Tabla 59: Resultado del Análisis de Varianza.....	136
Tabla 60: Resultados de la prueba de Tukey.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación Geográfica de la carretera Huaylillas – Buldibuyo.....	42
Figura N° 2: Gráfico para el cálculo del índice de grupo	55
Figura N° 3: Estructura de un Pavimento	64
Figura N° 4: Pesos y medidas de vehículos	67
Figura N° 5: Pesos y medidas de vehículos	68
Figura N° 6: Pesos y medidas de vehículos	69
Figura N° 7: Pesos y medidas de vehículos	70
Figura N° 8: Pesos y medidas de vehículos	71
Figura N° 9: Pesos y medidas de vehículos	72
Figura N° 10: Pesos y medidas de vehículos	73
Figura N° 11: Configuración de ejes.....	74
Figura N° 12: Diseño de Investigación.	81
Figura N° 13: Procedimiento de recolección de datos	89
Figura N° 14: Clasificación SUCS (ASTM D-2487).....	105
Figura N° 15: Carta de Plasticidad Casagrande	107
Figura N° 16: Análisis de resultados del Índice de Plasticidad	138
Figura N° 17: Análisis del contenido de Humedad.....	139
Figura N° 18: Gráfico comparativo de las máximas densidades secas (g/cm^3) de la parte superficial de la carretera, muestra (M1).....	140
Figura N° 19: Gráfico comparativo de las máximas densidades secas (g/cm^3) de la parte inferior de la carretera, muestra (M2).....	141
Figura N° 20: Gráfico comparativo del óptimo contenido de humedad (%) de la parte superficial de la carretera, muestra (M1).....	142
Figura N° 21: Gráfico comparativo del óptimo contenido de humedad (%) de la parte inferior de la carretera, muestra (M2).....	143
Figura N° 22: Gráfico comparativo de los CBRs al 100% de la muestra que servirá como capa de rodadura a 1".	144
Figura N° 23: Gráfico comparativo de los CBRs al 100% de la muestra que servirá como capa de rodadura a 2".	145

Figura N° 24: Gráfico comparativo de los CBRs al 95% de la muestra que servirá como subrasante a 1".....	146
Figura N° 25: Gráfico comparativo de los CBRs al 95% de la muestra que servirá como subrasante a 2".....	147
Figura N° 26: Gráfico comparativo de los resultados del ensayo de compresión no confinada (Muestras no saturadas).....	148
Figura N° 27: Gráfico comparativo de los resultados del ensayo de compresión no confinada (Muestras saturadas).....	149
Figura N° 28: Calicata N° 1 de la vía Huaylillas - Buldibuyo km - 6+500.....	160
Figura N° 29: Calicata N° 2 de la vía Huaylillas - Buldibuyo km - 7+500.....	160
Figura N° 30: Calicata N° 3 de la vía Huaylillas - Buldibuyo km - 8+500.....	161
Figura N° 31: Estado de la carretera Huaylillas - Buldibuyo.....	161
Figura N° 32: Estado de la carretera Huaylillas - Buldibuyo.....	162
Figura N° 33: Estado de la carretera Huaylillas - Buldibuyo.....	162
Figura N° 34: Ensayo análisis granulométrico.....	163
Figura N° 35: Ensayo Limite Liquido (LL)	164
Figura N° 36: Ensayo Limite Plástico (LP)	164
Figura N° 37: Ensayo Proctor Modificado.....	165
Figura N° 38: Ensayo de CBR	165
Figura N° 39: Ensayo de compresión no confinada.....	166
Figura N° 40: Ensayo de CBR en la prensa	166
Figura N° 41: Ensayo de CNC en la prensa de compresión	167
Figura N° 42: Probetas de suelo ensayadas con diferente porcentaje de cemento + aditivo en el ensayo de CNC.	167
Figura N° 43: Muestra en el ensayo de compresión no confinada.....	168
Figura N° 44: Probeta fallada en el ensayo de CNC.....	168
Figura N° 45: Muestras del suelo en laboratorio	169
Figura N° 46: Ensayo de CBR, muestras sumergidas en agua	169
Figura N° 47: Perfil estratigráfico C-1	170
Figura N° 48: Perfil estratigráfico C-2.....	171
Figura N° 49: Perfil estratigráfico C-3.....	172

Figura N° 50: Contenido de humedad C-1, M-1	173
Figura N° 51: Contenido de humedad C-1, M-2	174
Figura N° 52: Contenido de humedad C-2, M-1	175
Figura N° 53: Contenido de humedad C-2, M-2	176
Figura N° 54: Contenido de humedad C-3, M-1	177
Figura N° 55: Contenido de humedad C-3, M-1	178
Figura N° 56: Análisis granulométrico C-1, M-1	179
Figura N° 57: Análisis granulométrico C-1, M-2	180
Figura N° 58: Análisis granulométrico C-2, M-1	181
Figura N° 59: Análisis granulométrico C-2, M-2	182
Figura N° 60: Análisis granulométrico C-3, M-1	183
Figura N° 61: Análisis granulométrico C-3, M-2	184
Figura N° 62: Limites de Atterberg C-1, M-1.....	185
Figura N° 63: Limites de Atterberg C-1, M-2.....	186
Figura N° 64: Limites de Atterberg C-2, M-1.....	187
Figura N° 65: Limites de Atterberg C-2, M-2.....	188
Figura N° 66: Limites de Atterberg C-3, M-1.....	189
Figura N° 67: Limites de Atterberg C-3, M-2.....	190
Figura N° 68: Proctor Modificado C-1, M-1	191
Figura N° 69: Proctor Modificado C-1, M-2	192
Figura N° 70: Proctor Modificado C-2, M-1	193
Figura N° 71: Proctor Modificado C-2, M-2	194
Figura N° 72: Proctor Modificado C-3, M-1	195
Figura N° 73: Proctor Modificado C-3, M-2	196
Figura N° 74.- Proctor Modificado C-1, M-1 (0.50 %)	197
Figura N° 75: Proctor Modificado C-1, M-1 (2.00 %)	198
Figura N° 76: Proctor Modificado C-1, M-1 (3.50 %)	199
Figura N° 77: Proctor Modificado C-1, M-1 (5.00 %)	200
Figura N° 78: Proctor Modificado C-1, M-2 (0.50 %)	201
Figura N° 79: Proctor Modificado C-1, M-2 (2.00 %)	202
Figura N° 80: Proctor Modificado C-1, M-2 (3.50 %)	203

Figura N° 81: Proctor Modificado C-1, M-2 (5.00 %)	204
Figura N° 82: Proctor Modificado C-2, M-1 (0.50 %)	205
Figura N° 83: Proctor Modificado C-2, M-1 (2.00 %)	206
Figura N° 84: Proctor Modificado C-2, M-1 (3.50 %)	207
Figura N° 85: Proctor Modificado C-2, M-1 (5.00 %)	208
Figura N° 86: Proctor Modificado C-2, M-2 (0.50 %)	209
Figura N° 87: Proctor Modificado C-2, M-2 (2.00 %)	210
Figura N° 88: Proctor Modificado C-2, M-2 (3.50 %)	211
Figura N° 89: Proctor Modificado C-2, M-2 (5.00 %)	212
Figura N° 90: Proctor Modificado C-3, M-1 (0.50 %)	213
Figura N° 91: Proctor Modificado C-3, M-1 (2.00 %)	214
Figura N° 92: Proctor Modificado C-3, M-1 (3.50 %)	215
Figura N° 93: Proctor Modificado C-3, M-1 (5.00 %)	216
Figura N° 94: Proctor Modificado C-3, M-2 (0.50 %)	217
Figura N° 95: Proctor Modificado C-3, M-2 (2.00 %)	218
Figura N° 96: Proctor Modificado C-3, M-2 (3.50 %)	219
Figura N° 97: Proctor Modificado C-3, M-2 (5.00 %)	220
Figura N° 98: Ensayo de CBR C-1, M-1	221
Figura N° 99: Ensayo de CBR C-1, M-1	222
Figura N° 100: Ensayo de CBR C-1, M-2	223
Figura N° 101: Ensayo de CBR C-1, M-2	224
Figura N° 102: Ensayo de CBR C-2, M-1	225
Figura N° 103: Ensayo de CBR C-2, M-1	226
Figura N° 104: Ensayo de CBR C-2, M-2	227
Figura N° 105: Ensayo de CBR C-2, M-2	228
Figura N° 106: Ensayo de CBR C-3, M-1	229
Figura N° 107: Ensayo de CBR C-3, M-1	230
Figura N° 108: Ensayo de CBR C-3, M-2	231
Figura N° 109: Ensayo de CBR C-3, M-2	232
Figura N° 110: Ensayo de CBR C-1, M-1 (0.50 %)	233
Figura N° 111: Ensayo de CBR C-1, M-1 (0.50 %)	234

Figura N° 112: Ensayo de CBR C-1, M-1 (2.00 %)	235
Figura N° 113: Ensayo de CBR C-1, M-1 (2.00 %)	236
Figura N° 114.- Ensayo de CBR C-1, M-1 (3.50 %)	237
Figura N° 115: Ensayo de CBR C-1, M-1 (3.50 %)	238
Figura N° 116: Ensayo de CBR C-1, M-1 (5.00 %)	239
Figura N° 117: Ensayo de CBR C-1, M-1 (5.00 %)	240
Figura N° 118: Ensayo de CBR C-1, M-2 (0.50 %)	241
Figura N° 119: Ensayo de CBR C-1, M-2 (0.50 %)	242
Figura N° 120: Ensayo de CBR C-1, M-2 (2.00 %)	243
Figura N° 121: Ensayo de CBR C-1, M-2 (2.00 %)	244
Figura N° 122: Ensayo de CBR C-1, M-2 (3.50 %)	245
Figura N° 123: Ensayo de CBR C-1, M-2 (3.50 %)	246
Figura N° 124: Ensayo de CBR C-1, M-2 (5.00 %)	247
Figura N° 125: Ensayo de CBR C-1, M-2 (5.00 %)	248
Figura N° 126: Ensayo de CBR C-2, M-1 (0.50 %)	249
Figura N° 127: Ensayo de CBR C-2, M-1 (0.50 %)	250
Figura N° 128: Ensayo de CBR C-2, M-1 (2.00 %)	251
Figura N° 129: Ensayo de CBR C-3, M-1 (2.00 %)	252
Figura N° 130: Ensayo de CBR C-2, M-1 (3.50 %)	253
Figura N° 131: Ensayo de CBR C-2, M-1 (3.50 %)	254
Figura N° 132: Ensayo de CBR C-2, M-1 (5.00 %)	255
Figura N° 133: Ensayo de CBR C-2, M-1 (5.00 %)	256
Figura N° 134: Ensayo de CBR C-2, M-2 (0.50 %)	257
Figura N° 135: Ensayo de CBR C-2, M-2 (0.50 %)	258
Figura N° 136: Ensayo de CBR C-2, M-2 (2.00 %)	259
Figura N° 137: Ensayo de CBR C-2, M-2 (2.00 %)	260
Figura N° 138: Ensayo de CBR C-2, M-2 (3.50 %)	261
Figura N° 139: Ensayo de CBR C-2, M-2 (3.50 %)	262
Figura N° 140: Ensayo de CBR C-2, M-2 (5.00 %)	263
Figura N° 141: Ensayo de CBR C-2, M-2 (5.00 %)	264
Figura N° 142: Ensayo de CBR C-3, M-1 (0.50 %)	265

Figura N° 143: Ensayo de CBR C-3, M-1 (0.50 %)	266
Figura N° 144: Ensayo de CBR C-3, M-1 (2.00 %)	267
Figura N° 145: Ensayo de CBR C-3, M-1 (2.00 %)	268
Figura N° 146: Ensayo de CBR C-3, M-1 (3.50 %)	269
Figura N° 147: Ensayo de CBR C-3, M-1 (3.50 %)	270
Figura N° 148: Ensayo de CBR C-3, M-1 (5.00 %)	271
Figura N° 149: Ensayo de CBR C-3, M-1 (5.00 %)	272
Figura N° 150: Ensayo de CBR C-3, M-2 (0.50 %)	273
Figura N° 151: Ensayo de CBR C-3, M-2 (0.50 %)	274
Figura N° 152: Ensayo de CBR C-3, M-2 (2.00 %)	275
Figura N° 153: Ensayo de CBR C-3, M-2 (2.00 %)	276
Figura N° 154: Ensayo de CBR C-3, M-2 (3.50 %)	277
Figura N° 155: Ensayo de CBR C-3, M-2 (3.50 %)	278
Figura N° 156: Ensayo de CBR C-3, M-2 (5.00 %)	279
Figura N° 157: Ensayo de CBR C-3, M-2 (5.00 %)	280
Figura N° 158: Resistencia a la compresión no confinada C-1, M-1 (0.50 %)	281
Figura N° 159: Resistencia a la compresión no confinada C-1, M-1 (2.00 %)	282
Figura N° 160: Resistencia a la compresión no confinada C-1, M-1 (3.50 %)	283
Figura N° 161: Resistencia a la compresión no confinada C-1, M-1 (5.00 %)	284
Figura N° 162: Resistencia a la compresión no confinada C-2, M-1 (0.50 %)	285
Figura N° 163: Resistencia a la compresión no confinada C-2, M-1 (2.00 %)	286
Figura N° 164: Resistencia a la compresión no confinada C-2, M-1 (3.50 %)	287
Figura N° 165: Resistencia a la compresión no confinada C-2, M-1 (5.00 %)	288
Figura N° 166: Resistencia a la compresión no confinada C-3, M-1 (0.50 %)	289
Figura N° 167: Resistencia a la compresión no confinada C-3, M-1 (2.00 %)	290
Figura N° 168: Resistencia a la compresión no confinada C-3, M-1 (3.50 %)	291
Figura N° 169: Resistencia a la compresión no confinada C-3, M-1 (5.00 %)	292
Figura N° 170: Volumen de tráfico promedio diario E-1, LUNES	293
Figura N° 171: Volumen de tráfico promedio diario E-1, MARTES	293
Figura N° 172: Volumen de tráfico promedio diario E-1, MIERCOLES	294
Figura N° 173: Volumen de tráfico promedio diario E-1, JUEVES	294

Figura N° 174: Volumen de tráfico promedio diario E-1, VIERNES	295
Figura N° 175: Volumen de tráfico promedio diario E-1, SABADO	295
Figura N° 176: Volumen de tráfico promedio diario E-1, DOMINGO	296
Figura N° 177: Volumen de tráfico promedio diario E-2, LUNES	296
Figura N° 178: Volumen de tráfico promedio diario E-2, MARTES	297
Figura N° 179: Volumen de tráfico promedio diario E-2, MIERCOLES	297
Figura N° 180: Volumen de tráfico promedio diario E-2, JUEVES	298
Figura N° 181: Volumen de tráfico promedio diario E-2, VIERNES	298
Figura N° 182: Volumen de tráfico promedio diario E-2, SABADO	299
Figura N° 183: Volumen de tráfico promedio diario E-2, DOMINGO	299
Figura N° 184: Estudio de clasificación vehicular de la E1	300
Figura N° 185: Estudio de clasificación vehicular de la E2	300
Figura N° 186: Índice medio diario anual, por sentido y tipo de vehículo, según tramos viales	301
Figura N° 187: Proceso de selección del tipo de Estabilización	319
Figura N° 188: Guía Complementaria Referencial para la selección del Tipo de Estabilizador	320
Figura N° 189: Ficha técnica del aceite sulfonado	321
Figura N° 190: Certificado de Ensayos de Laboratorio	322

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo del ESAL	75
Ecuación 2: Tránsito Proyectado	76
Ecuación 3: Cálculo del factor de crecimiento acumulado	77
Ecuación 4: Cálculo del espesor de la capa de afirmado	78
Ecuación 5: Contenido de humedad.....	97
Ecuación 6: Porcentaje retenido en cada tamiz.....	98
Ecuación 7: Porcentaje acumulado que pasa en cada tamiz.....	98
Ecuación 8: Coeficiente de Uniformidad Cu	98
Ecuación 9: Coeficiente de Curvatura Cc	98
Ecuación 10: Cálculo del Límite Líquido	100
Ecuación 11: Cálculo del Limite Plástico	101
Ecuación 12: Cálculo del Índice de Plasticidad	102
Ecuación 13: Cálculo de Carta de plasticidad.....	106
Ecuación 14: Cálculo del Índice de grupo	108
Ecuación 15: Cantidad de adición por dosificación de aceite sulfonado y cemento portland tipo I	110
Ecuación 16: Densidad Húmeda	113
Ecuación 17: Densidad Seca	114
Ecuación 18: Peso Unitario Seco	114
Ecuación 19: Cantidad de adición por dosificación de aceite sulfonado y cemento portland tipo I	115
Ecuación 20: Porcentaje de expansión.....	117
Ecuación 21: Capacidad de soporte del suelo	118
Ecuación 22: Cantidad de adición por dosificación de aceite sulfonado y cemento portland tipo I	118
Ecuación 23: Deformación Unitaria.....	120
Ecuación 24: Área inicial de compresión no confinada.....	121
Ecuación 25: Sección transversal de compresión no confinada.....	121
Ecuación 26: Esfuerzo a compresión no Confinada.....	121
Ecuación 27: Factor de Crecimiento acumulado.....	134
Ecuación 28: Cálculo del espesor del pavimento sin mejorar la Subrasante	135
Ecuación 29: Cálculo del espesor del pavimento con la subrasante mejorada.....	135

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Trujillo, en el laboratorio de suelos, concreto, asfalto y ensayos químicos GEOCONS SRL donde se determinó la influencia del aceite sulfonado y cemento portland tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo en la provincia de Pataz. Para desarrollar el estudio, se utilizó un diseño experimental, en su categoría de experimental puro, utilizando un muestreo no probabilístico por juicio, la recolección de datos se realizó con la técnica de observación directa y los instrumentos utilizados fueron las guías de recolección de datos. Se logró realizar los ensayos de CBR y Compresión no confinada a las muestras incorporando porcentajes de cemento en 0.5%, 2%, 3.5% y 5% más 0.30 lts/m³ a cada porcentaje de aceite sulfonado (aditivo liquido) para mejorar las propiedades del suelo, con respecto a los resultados se logró aumentar el CBR de 5.8% a 103.8% en la subrasante y de 19.61% a 128.7% en capa superficial de la vía y una resistencia a la compresión no confinada de 14.17 kg/cm² a 30.38 kg/cm².

Finalmente, se concluye determinando los beneficios que tiene utilizar un aditivo sólido (cemento portland tipo I) más un aditivo liquido (aceite sulfonado) para la estabilización de la vía, mejorando considerablemente sus propiedades mecánicas y se determinó el porcentaje adecuado de cemento que reacciona adecuadamente con el aceite sulfonado.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in Trujillo, in the GEOCONS SRL soil, concrete, asphalt and chemical tests laboratory where the influence of sulfonated oil and portland type I cement in the stabilization of the Huaylillas - Buldibuyo road in the province of Pataz was determined. To develop the study, an experimental design was used, in its category of pure experimental, using a non-probabilistic sampling by judgment, the data collection was carried out with the direct observation technique and the instruments used were the data collection guides. The CBR and Unconfined Compression tests were performed on the samples by incorporating percentages of cement in 0.5%, 2%, 3.5% and 5% plus 0.30 lts / m³ to each percentage of sulfonated oil (liquid additive) to improve the properties of the soil, with respect to the results, it was possible to increase the CBR from 5.8% to 103.8% in the subgrade and from 19.61% to 128.7% in the surface layer of the road and an unconfined compressive strength of 14.17 kg / cm² to 30.38 kg / cm².

Finally, it is concluded by determining the benefits of using a solid additive (type I portland cement) plus a liquid additive (sulfonated oil) for the stabilization of the road, considerably improving its mechanical properties and determining the appropriate percentage of cement that reacts properly. with the sulfonated oil.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

De acuerdo con Rodríguez, E. (2014) citado por Mendoza, C. (2016). Menciona que, las redes de carreteras son una pieza clave para el desarrollo económico de cualquier país, siendo fundamental proyectar una expansión estratégica y sostenible, así como un adecuado mantenimiento de estas para garantizar unas conexiones de calidad entre las diferentes partes de un territorio geográfico.

Ullate (2017) menciona que el empleo de estos aditivos estabilizadores se presenta como una opción para el uso de los materiales o suelos existentes y así mejorar la transitabilidad en las vías no pavimentadas en condiciones húmedas y reducir la generación de polvo en condiciones secas.

En Perú, en el año 1995, se comienza a utilizar estabilizadores químicos con necesidad de mejorar las características físicomecánicas de los suelos para subrasantes de carreteras, inicialmente en tramos experimentales evaluados en laboratorio. (Jiménez, 2014). Botasso, Fensel y Ricci (2003) establecen que los estabilizantes iónicos son productos con uso definido en suelos arcillosos. Asimismo, estas fueron empleadas inicialmente en la industria petrolera canadiense y sudafricana. Estos se clasifican en dos grupos, los estabilizantes derivados del petróleo, emulsionados o sulfonados y por otro los estabilizadores con base polimérica.

Actualmente, existen empresas que brindan productos químicos estabilizadores, los cuales ofrecen su producto como una opción indispensable, donde muestran que su elaboración tiene un mejor comportamiento en servicio.

En Colombia, el estudio “*Curado natural y acelerado de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado*” realizó especímenes de arcilla sometidos a diferentes periodos de curado natural y, simultáneamente, mediante curado artificial acelerado. La relación entre el tiempo de curado natural y el tiempo equivalente de curado acelerado depende del tipo de material estudiado, las condiciones ambientales del lugar que se desean simular y los parámetros que se consiguen controlar en una cámara de envejecimiento acelerado. Para tal objetivo se llevaron a cabo ensayos de plasticidad de muestras estabilizadas con aceite sulfonado, sometidas a diferentes periodos de curado tanto en condiciones naturales como en una cámara de envejecimiento acelerado. El proceso de curado analizado evidenció que existe una tendencia a la disminución de la plasticidad de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado cuando es sometida a un proceso de curado bajo condiciones ambientales que permitan el desarrollo del proceso electroquímico, el curado en cámara aumentó inicialmente la plasticidad de la arcilla, aunque a partir del cuarto día comenzó a reducirla; este efecto inicial, que debe ser detalladamente estudiado, posiblemente está asociado al efecto de la temperatura, la cual no puede ser totalmente independizada de la radiación UV en la cámara de envejecimiento acelerado. El índice de plasticidad puede ser un mejor indicador para comparar los dos procesos de curado, puesto que este experimentó un menor aumento inicial, además, para las concentraciones de estabilizante estudiadas, se encontró que a mayor dosificación de aceite sulfonado, menor es la constante de calibración entre los procesos de curado natural y acelerado; y en consecuencia, se requiere mayor tiempo de curado en cámara. (Camacho, Reyes & Mayorga, 2008).

En Brasil, la investigación “*Análisis de la estabilización de un suelo arcilloso con el uso del aditivo con-aid® cbr-plus®*” analizó el comportamiento físico y mecánico de un suelo tipo A7-5 (siguiendo la clasificación TRB), después de la estabilización química con el aditivo CONAID. Inicialmente, todas las pruebas de suelo se llevaron a cabo en su estado natural, que presentó un Índice de Apoyo de California (ISC) del 13.0% cuando se comparó en el Proctor de energía intermedia y una expansión del 1.81%. El aditivo se agregó en los porcentajes 0.2%, 0.3% y 0.4%, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para verificar cuál resultó en el valor más alto con respecto a su resistencia. Todos los procesos se llevaron a cabo de acuerdo con las instrucciones establecidas por el fabricante. El aditivo Con-Aid tiene la ventaja de no necesitar un reactivo, el producto está listo para usar. Los resultados encontrados fueron similares en todos los porcentajes para el ISC en muestras sumergidas y expuestas al tiempo, sin embargo, en la expansión hubo una disminución del 52.49%, para la dosis sumergida del 0.2%. Los resultados de ISC demostraron que el suelo A7-5 del presente trabajo puede usarse en su estado natural. Con la adición de 0.2% de aditivo, su expansión disminuye considerablemente, lo que lleva a una mayor impermeabilidad al suelo con aditivo. Sin embargo, requiere la necesidad de pruebas físicas y mecánicas de cada tipo de suelo para verificar su posibilidad de uso como parte de un pavimento, o incluso en carreteras laterales sin pavimentar, para proporcionar mayor tráfico y comodidad a los usuarios de estas carreteras. (Mariani & Arns, 2016).

En Perú, la tesis *“Influencia del aditivo Proes para mejorar la estabilización de la subrasante del tramo Lahuarpía – Emilio San Martín, Jepelacio, Moyobamba 2017”* determinó que efectivamente los ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos, si influye considerablemente en la estabilización de la subrasante del tramo Lahuarpía – Emilio San Martín. brindando una mejoría en los resultados de las pruebas de CBR, aplicando el aditivo Proes, con un aumento en los resultados de las pruebas de hasta 191.72% respectivamente. Asimismo, se concluye que el uso del aditivo Proes; sí mejora las propiedades físicas y mecánicas de una base para carreteras. De igual manera, Se verificó que el uso del aditivo Proes en la construcción de la base estabilizada resulta más económico que el uso de material granular, generando más beneficios económicos. (Reátegui, 2018).

En Trujillo, el estudio *“Influencia de la aplicación de aditivos Químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018”* concluyó que el aditivo PROES mejora las propiedades mecánicas del suelo con la dosificación de 0.27 L/m³ de aditivo líquido PROES y 45 Kg/m³ de cemento Portland, debido a que la capacidad de soporte aumenta significativamente. Esto se vio reflejado en tres puntos de la carretera donde el suelo era inadecuado, a los cuales se les añadió el aditivo PROES, de tal forma que el CBR del suelo del Km 2+500 aumentó del 6.90% al 109.80%, del Km 5+500 pasó de 7.57% a 116.40%, y del Km 8+500 aumentó de 7.54% a 114.28%, lo cual indica que el aditivo mejoró el CBR del suelo en más de quince veces. Esto a su vez, influyó positivamente en los costos para la elaboración de la carretera, de tal forma que el costo

por Kilómetro de pavimento (de acuerdo con las principales partidas involucradas) con la adición de 0.27 L/m³ de aditivo PROES más cemento Portland es de S/ 368,487.90 y del pavimento sin aditivo es de S/ 436,465.92. Es decir, el pavimento con aditivo PROES y cemento Portland reduce los costos en hasta 15.57% respecto a un pavimento que no utiliza este aditivo (Castillo, 2018).

(Chávez, 2018) Encontró que el aditivo PROES influye en las propiedades mecánicas del suelo con la dosificación de 0.30 y 0.35 L/m³ de aditivo líquido PROES y 50 Kg/m³ de cemento Portland, mejorando la capacidad de soporte significativamente superando al aditivo CONSOLID, que con sus dosificaciones (CONSOLID 444 0.0045% - SOLIDRY 1.5%) y (CONSOLID 444 0.0045% - SOLIDRY 2%), igualmente mejorando satisfactoriamente la resistencia del suelo, además se disminuyó el IP hasta un 50% con la aplicación de los aditivos PROES y CONSOLID. Lo cual es importante realizar este estudio comparativo; para comparar resultados con aditivos que son comerciales en el Perú.

(Condor & Huamancayo, 2016) Encontró que la mezcla de 65% de arcilla obtenida de la Cantera Km 15 + 800 + 35% de grava con arena, obtenida de la cantera Madre de Dios. A esta mezcla se le añadió el aditivo Proes (aceite sulfonado), según lo especificado en su registro, la cantidad de 0.30 L/m³ + 2.9% de cemento Portland (como estabilizante sólido). Los resultados obtenidos fueron: el CBR de 172%, la MDS (máxima densidad seca) fue de 2.012 g/cm³ con una expansión de 0%.

(Carranza & Fernández, 2018) Encontró que para el ensayo de CBR, el aditivo líquido PROES aumenta en un 13% teniendo mejores resultados en las propiedades mecánicas que el aditivo líquido CONAID que tiene un 10%, lo cual mejora la subrasante inadecuada a buena. Además, para el ensayo de compresión simple no confinada, con el aditivo líquido PROES obtiene mejores resultados en la resistencia a compresión teniendo un 61.42 kPa que el aditivo líquido CONAID que tiene 56.03 kPa, lo cual ambos aditivos mejoran el suelo blando a un suelo mediano.

Por otra parte, la empresa PROESTECH se centra en generar soluciones de pavimentación de alta calidad y durabilidad, optimizando el uso de recursos y cuidando la sustentabilidad ambiental de los procesos. La aplicación de la Tecnología PROES requiere de un estudio del suelo a estabilizar para determinar la dosis óptima de los aditivos y además una definición del objetivo propuesto en la estabilización. PROES es resultado del desarrollo de estudios y trabajos de estabilización de suelos y pavimentos por más de 25 años en distintas regiones de Chile, Perú, Colombia y otros. El equipo PROES cuenta con experiencia de diseño y estudio de suelos para más de 17.000 km de caminos en Chile y completándose 800km de vías tratadas en la Sierra y Selva peruana, bajo las más diversas condiciones de suelos, clima y tráfico.

También CONAID ARGENTINA S.A es una empresa Argentina especializada en la venta de producto estabilizador iónico de suelos, para uso vial, brinda una solución técnica innovadora y de bajo costo, en la construcción y mantenimiento de las vías de comunicación, garantizando su transitabilidad en forma permanente. Asimismo, asesora

a las empresas, organismos e instituciones públicas en la construcción y estabilización de calzadas naturales, bases y sub bases de pavimentos al igual que en todo el rango de usos que su estabilizador de suelos provee.

La empresa provee capacitación técnica tanto dentro de la República Argentina como en todos los otros países de Latinoamérica, brindando conferencias, talleres teórico prácticos, apoyo en campo durante la estabilización, asesoramiento en estudios evaluativos y su seguimiento. Realiza visitas y estudios previos para luego plasmar el mejor diseño, siendo CONAID Argentina pionera en el uso de los estabilizadores iónicos de suelos para la estabilización química, en el mercado Latinoamericano, apuesta con una gran dedicación al estudio e investigación necesarios para el mejor y mayor encuadre de la tecnología dentro de la normas y parámetros de la ingeniería tradicional de caminos, perfeccionando así el liderazgo profesional alcanzado en todos estos años. La posibilidad de realizar importantes obras en muchos países de la región, con suelos de muy diverso origen y composición, así como también el fluido intercambio técnico con, organismos públicos e importantes empresas han sido factores fundamentales en la formación de una trayectoria única en el rubro, hoy también sustento de un sólido presente.

Actualmente en el Perú se hace necesario promover la aplicación de nuevas técnicas constructivas orientadas a la estabilización de suelos en caminos de bajo tránsito, pues la mayor parte de la infraestructura de tránsito, lo constituye una red de caminos de vías naturales. Los costos de construcción de vías son bastante elevados al igual que el mantenimiento de las existentes, debido al rápido deterioro que sufren a causa de diferentes factores, principalmente climatológicos. Estas carreteras cuentan con un

mantenimiento periódico de 1 cada 5 años, la necesidad de garantizar la conservación de las carreteras no pavimentadas en óptimas condiciones son esenciales; tal es el caso del tramo Huaylillas – Buldibuyo, que se debería encontrar en buenas condiciones durante el tiempo de vida que se estimó o hasta que se realice el próximo mantenimiento.

Por todo lo mencionado anteriormente, este proyecto tiene como finalidad conocer y determinar la influencia del aceite sulfonado a 0.30 L/m^3 y el cemento Portland tipo I a 0.5%, 2%, 3.5% y 5% en la estabilización de la vía Huaylillas - Buldibuyo en la provincia de Pataz. Fundamentalmente porque la construcción y mantenimientos de las vías de baja intensidad o caminos rurales de gran parte de la sierra liberteña se dan a través de estabilización de suelos, sin obtener resultados satisfactorios, debido a que cada año el invierno causa deterioros progresivos tanto en la superficie como en la estructura del mismo. Por otro lado, estos suelos son regularmente malos para trabajarlos estructuralmente, ya que por tener una alta plasticidad y menor capacidad de carga se deforman, esto influye de manera negativa en la calidad y conservación de una vía, disminuyendo sus propiedades mecánicas como la resistencia ante cargas sometidas, presentando una alteración en sus partículas que generan fallas en el suelo. Es por ello que es de mucha importancia la realización de esta investigación para el sector construcción que busca cada vez obras más resistentes, duraderas, económicas y sobre todo con menos contaminación ambiental.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye el aceite sulfonado y cemento portland tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas - Buldibuyo en la provincia de Pataz, 2020?

1.3. Justificación

En diferentes partes de nuestro país, se encuentran muchos pueblos con zonas agrícolas que necesitan de mejores vías de transporte para poder llevar sus productos hacia las ciudades y venderlos, así también los mismos pobladores como parte de la inclusión social. Generalmente en el Perú las vías rurales son las que posibilitan la conexión entre los pueblos más alejados. Siendo estas carreteras las que presentan fallas superficiales como ahuellamientos, ondulaciones y baches debido a la presencia de suelos arcillosos, los cuales se deforman y toman consistencia plástica al producirse lluvias.

Estos problemas estructurales y superficiales se presentan debido a la acción del tráfico y a las condiciones climáticas (lluvias, presencia de hielo, efecto del deshielo). El deterioro ocurre en varias etapas, desde un deterioro lento que no se percibe hasta un deterioro crítico donde se evidencia en una descomposición total del camino que involucra una nueva conformación o rehabilitación de la vía (Mendoza, 2016).

Para conservar las superficies de rodadura y que no experimenten un deterioro acelerado en el tiempo, es que se viene innovando el uso de aditivos químicos como el aceite sulfonado, siendo una alternativa de solución ya que está resultando mejor tanto en lo técnico, económico y ambiental.

La investigación busca proporcionar información que será útil para la población de la sierra Libertena y aledaños, principalmente a las empresas constructoras ya que tendrán mayor conocimiento sobre la influencia del aceite sulfonado adicionando diferentes porcentajes de cemento Portland tipo I para estabilizar una vía.

El presente proyecto surge con la finalidad de determinar la influencia del aceite sulfonado y el cemento Portland tipo I al estabilizar una vía variando solo los porcentajes de cemento y manteniendo el aceite sulfonado con un valor estable, para ver si estos estabilizadores nos ayudan a mejorar la capacidad de soporte del suelo. Debido a que en la ciudad de Trujillo no existe investigaciones similares ya que se ha realizado la estabilización variando la cantidad de aceite sulfonado más no los porcentajes de cemento.

1.4. Limitaciones

El desarrollo de la presente investigación se ha dificultado por la distancia que separa al lugar de estudio del laboratorio de suelos para el transporte de material requerido en nuestros ensayos, debido a que este se encuentra a 18 hr aproximadamente de la ciudad de Trujillo. Por otro lado, la escasa información sobre la estabilización de suelos adicionando aceite sulfonado más cemento portland ya que es un método de estabilización poco utilizada en el Perú.

De igual manera, la falta de empresas en Trujillo que comercialicen con el aceite sulfonado, genera dificultad en el proceso de experimentación, puesto que el aditivo es comercializado en barriles desde Lima y para la investigación ha sido obtenido una pequeña cantidad de una empresa especialista en estabilizaciones.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia del aceite sulfonado y cemento portland tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas - Buldibuyo en la provincia de Patáz, 2020.

1.5.2. Objetivos específicos

O.E.1 Determinar las propiedades físicas - mecánicas del suelo natural de la vía realizando los ensayos de laboratorio como contenido de humedad (MTC E-108/ ASTM D-2216), granulometría (MTC E-204/ ASTM D-422), Límites de Atterberg (MTC E-110, 111/ ASTM D-4318), Proctor Modificado (MTC E-115/ ASTM D-1557), CBR (California Bearing Ratio) (MTC E-132/ ASTM D-1883).

O.E.2 Determinar el tipo de suelo existente en esta vía según Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) y Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO).

O.E.3 Determinar las propiedades mecánicas como CBR (California Bearing Ratio) (MTC E-132/ ASTM D-1883) y Compresión no Confinada (MTC E-1103/ ASTM D-2166), del suelo adicionando 0%, 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento portland tipo I (aditivo sólido) y 0.30 lt/m³ de aceite sulfonado en cada dosificación (aditivo líquido).

O.E.4 Evaluar y comparar la muestra de suelo patrón con las muestras adicionadas de cemento portland tipo I en diferentes porcentajes más aceite sulfonado y determinar que dosificación permite obtener mejores resultados.

O.E.5 Calcular el espesor de vía a estabilizar con la aplicación de los aditivos aceite sulfonado más cemento Portland tipo I y sin la adición de aditivos, de acuerdo con la normativa vigente del MTC.

1.6. Antecedentes de la investigación

“Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo PROES”.

(Atarama, 2015) En su investigación tuvo como objetivo verificar la mejora de las propiedades físicas y mecánicas en un camino mediante la estabilización de suelos utilizando el aditivo químico PROES en la construcción de carreteras que aseguren un adecuado nivel de serviciabilidad de la misma. La carretera fue evaluada tanto funcional como estructuralmente mediante ensayos de laboratorio con base a las normas técnicas peruanas. Para la evaluación funcional se midió el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) para determinar la rugosidad sobre la superficie de rodadura y para la evaluación estructural se midió las deflexiones sobre la base estabilizada y por medio del retrocálculo se calculó el número estructural de la base. Los resultados muestran que la superficie de rodadura califica a la carretera como un pavimento nuevo (IRI menor o igual a 4 m/Km) y respecto a la capacidad de soporte, se sobrepasa el mínimo número estructural calculado en el diseño de la carretera (SN min. 0.87). Finalmente se demuestra que el uso de la tecnología PROES mejora la capacidad de soporte del suelo, uniformiza las características físicas y mecánicas del suelo en general y garantiza un correcto desempeño en términos de niveles de servicio. La información de esta investigación es considerada un antecedente porque brinda una orientación clara de los parámetros a considerar al momento de estabilizar una vía con aceite sulfonado (aditivo PROES).

“Aplicación de los aditivos PROES y CONAID para mejorar la capacidad de soporte

(CBR) de la subrasante en la vía de acceso al C.P. Barraza, Laredo, La Libertad – 2018”.

(Carranza & Fernández, 2018) En su investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de los aditivos PROES y CONAID a través de sus dosificaciones dadas en su ficha técnica para mejorar la capacidad portante (CBR) de la subrasante en la vía de acceso al centro poblado Barraza, asimismo compararlas para determinar cuál de los dos presenta un mayor incremento en las propiedades mecánicas del suelo. Se realizaron posteos y calicatas a lo largo de 6 km de la vía no asfaltada, se realizaron los ensayos físicos y mecánicos para el suelo natural. Los resultados demuestran que el suelo es limo-arcilloso, según la clasificación SUCS y AASHTO, por otro lado, el porcentaje de CBR máximo para el suelo natural fue de 3%, lo cual, según el MTC, es una subrasante inadecuada. En el caso del suelo modificado con los aditivos líquidos PROES y CONAID, el porcentaje de CBR máximo es de 13% y 10%, lo cual corresponde a una subrasante buena y para los aditivos sólidos PROES y CONAID, el porcentaje de CBR máximo es de 70% y 58%, lo cual corresponde a una subrasante excelente. Se determinó que ambos aditivos sólidos PROES y CONAID mejoran las propiedades mecánicas, para el ensayo de CBR que el aditivo líquido PROES aumenta a un 13% teniendo mejores resultados en las propiedades mecánicas que el aditivo líquido CONAID que tiene un 10%, lo cual mejoro la subrasante inadecuada a buena. La información de la investigación es considerada un antecedente porque brinda un enfoque claro de la influencia que tiene el aceite sulfonado en los suelos arcillosos, la importancia de obtener el porcentaje óptimo de aceite sulfonado para que se muestre un incremento del CBR y la densidad seca en este tipo de suelos.

“Ensayo de fiabilidad con aditivo Proes para la estabilización de suelo en el AA.HH El Milagro, 2016”.

(Angulo & Rojas, 2016) En su investigación tuvo como objetivo evaluar la estabilización del suelo después de los ensayos de fiabilidad con aditivo PROES en la carretera de penetración al AA.HH el Milagro. Para las muestras de suelos obtenidos por mezcla de 85% A-2-4(0) y 15% A-7-5(9), se alcanzó un CBR de 14.4% natural, 25.5% con 2% de cemento y 36.1% con 2% de cemento + 0.30 Lt/m³ de aditivo. Quedando demostrado que el uso de la tecnología PROES mejora la capacidad de soporte del suelo, uniformiza las características físicas y mecánicas del suelo en general y garantiza un correcto desempeño en términos de niveles de servicio, siempre y cuando se adicione al suelo el aditivo sólido. Además, mediante los resultados se a podido determinar que se puede trabajar mejor realizando combinaciones en la zona, donde se utiliza los materiales que existe en gran volumen como: A-3(0) en 85% y A-7-5(9) en 15% de un (23.6 a 83) % triplicando el CBR de natural a uso con aditivo donde alcanzo un 352%.

Esta investigación es un importante antecedente porque brinda un enfoque preciso de la influencia que tiene estabilizar con el aditivo PROES (aceite Sulfonado) en diferentes suelos y los beneficios que se puede obtener. De igual manera, el proceso que se debe realizar para una estabilización de suelos utilizando de manera adecuada el aditivo.

“Aplicación del aditivo químico CONAID para atenuar la plasticidad del material granular del tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514-km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na”.

(Bada, 2016) En su investigación tuvo como objetivo aplicar el aditivo químico CONAID para atenuar los efectos de plasticidad del material granular además evaluar la densidad máxima de la mezcla del material granular con el aditivo químico CONAID. Las muestras de suelo paseen una alta concentración de sales solubles, así tenemos que en la muestra 1 el resultado fue de 1425 ppm y en la muestra 2 de 1223 ppm. La alta concentración de sales trae como consecuencia también una alta conductividad eléctrica. En los resultados se puede apreciar una diferencia en porcentaje del 14.18% de sales solubles entre la muestra 1 (sin aditivo) y la muestra 2 (con aditivo diluido); diferencia que se puede traducir como consecuencia final de una serie de reacciones de intercambio catiónico, que conllevarían a un efecto de asentamiento y aglutinamiento de las sales y por lo tanto a su disminución. Este efecto está indicado en las especificaciones técnicas del producto y sería una demostración de lo que se quería demostrar en la investigación; por lo tanto, se puede decir que químicamente las pruebas demostraron que hay tendencia a una acción cementante por la disminución a las sales. Por último se confirma una mejoría en los resultados de las pruebas CBR, con un aumento en los resultados de las pruebas de hasta el 200% en el material con aditivo con respecto al material sin aditivo y los mejores resultados se dieron en aquellas probetas en las cuales se trabajó con la mayor concentración de aditivo y con la condición de 72 horas de secado antes de colocarlas en la poza de curado y existe la tendencia a la disminución de absorción de agua ya que el aditivo provoca la acción aglutinante sobre los

materiales finos plásticos-arcillosos, por la cual en las probetas con mayor porcentaje de finos la absorción de agua es menor.

Esta investigación es un importante antecedente porque brinda un enfoque claro y preciso sobre la influencia del aceite sulfonado en la estabilización de suelos, así como también, el procedimiento a utilizar dicho aditivo de acuerdo con el tipo de suelo que se busca estabilizar y las ventajas que tiene realizar la estabilización con este producto.

Mejoramiento de la capacidad de soporte en vías de bajo volumen de tránsito mediante estabilización química. Carretera Puquio – Coracora, Ayacucho.

(Huiza, 2019) En su investigación tuvo como objetivo determinar las mejoras en las características estructurales de los pavimentos en vías de bajo volumen de tránsito, mediante la estabilización con agentes químicos. Se usaron como herramientas los ensayos de Granulometría, Clasificación de suelos, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y Valor Soporte California (CBR). La población tomada para este proyecto de titulación estuvo constituido por las canteras “Tramo I (Puquio) y Tramo II (Coracora)”, en las cuales encontramos el material al cual se les aplico las respectivas pruebas de laboratorio.

Los resultados para el tramo I con la dosificación final de 50 kg/m³ de cemento y 0.3 l/m³, se trabajó la capa estabilizada. Donde se observa que el porcentaje mínimo para 95% de MDS es 115.5% de capacidad de soporte CBR y al 100% de MDS el CBR mínimo es 150%, cumpliendo lo requerido para la base estabilizada (CBR mayor a 110%). Asimismo, para el tramo II con la dosificación final de 50 kg/m³ de cemento y 0.3 l/m³, se trabajó la capa estabilizada. Se observa que el porcentaje mínimo para 95% de MDS es 117.8% de capacidad de soporte y al 100% de MDS la mínima es 150.3%, cumpliendo lo requerido para la base

estabilizada (CBR mayor a 110%). Es así que a partir de este análisis de resultados se concluyó que el mejoramiento en la capacidad de soporte de los suelos tratados empleando el sistema estabilizador químico Proes, basándonos en los ensayos de laboratorio del tramo de prueba y en campo, hasta con una dosificación de 45 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de estabilizador líquido, cumpliendo con los requerimientos del proyecto.

En general, se obtienen buenos resultados de CBR (mayores a 150%) para suelos del tipo A-2-4 (0) tratados con la estabilización Proes al 95% de la MDS.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de laboratorio se procedió a establecer la tasa de trabajo con el sistema estabilizador Proes en 50 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de estabilizador líquido para asegurar las características solicitadas de capacidad portante de la base estabilizada.

La estabilización química mediante el sistema Proes permitió emplear, en proporción, un 67% del material in situ escarificado, que es una de las principales razones de estabilizar un suelo bajo cualquier modalidad, es decir minimizar el uso de canteras y por ende el impacto ambiental de las obras viales.

Tanto el sistema Proes como el sistema Terrasil pueden trabajar como sistemas de mejoramiento a nivel de subrasante dadas sus capacidades de impermeabilizar las capas trabajadas y aportando también en la capacidad portante de la superficie. La información de la investigación es considerada un antecedente porque brinda un enfoque claro de la influencia que tiene el aditivo Proes en la estabilización de suelos, asimismo, la importancia de obtener el porcentaje óptimo de cemento Portland para que se muestre un incremento del CBR.

1.7. Bases Teóricas

1.7.1. Ubicación Geográfica

La vía en estudio correspondiente al proyecto de Tesis: “INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020”, que se encuentra ubicado Provincia de Pataz, Región la Libertad.

Punto de Inicio: Km 6+000 del distrito de Huaylillas en dirección al distrito de Buldibuyo.

Punto Final: Km 9+000, con una altitud aproximada de 2680 m.s.n.m.

- **Ubicación Política**

Distrito: Huaylillas

Provincia: Pataz

Departamento: La Libertad

- **Tipo de Carretera**

La vía Huaylillas - Buldibuyo, es una carretera de bajo volumen de tránsito.

- **Clasificación según su función**

Carretera de red vial vecinal.

- **Clasificación de acuerdo con sus condiciones geográficas**

Carretera en terreno accidentado con frecuencia de lluvias

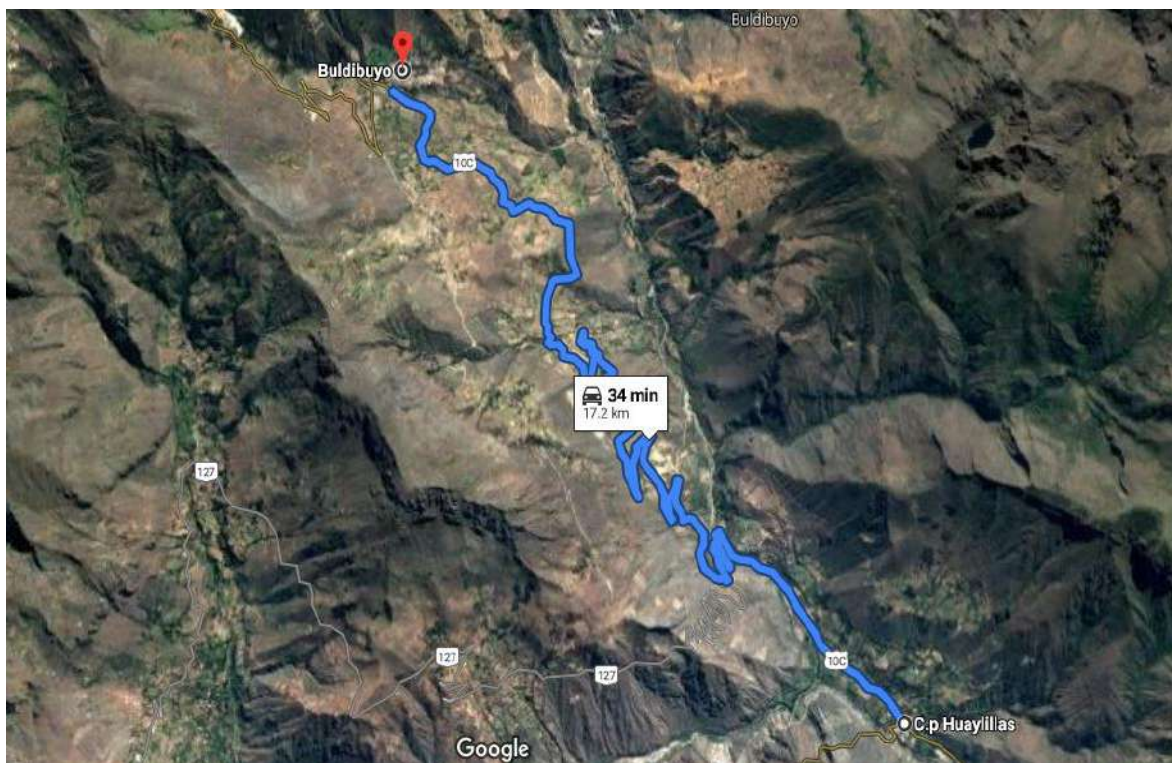


Figura N° 1: *Ubicación Geográfica de la carretera Huayllillas – Buldibuyo*

Fuente: Google Earth, 2020.

1.7.2. Estabilización de Suelos

Se entiende por estabilización de suelos, el mejoramiento de una o más propiedades para cumplir determinado fin.

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizadores por lo general se realizan en los suelos de sub-rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización de suelo-cemento, suelo-cal, suelo-asfalto y otros productos diversos. En cambio, cuando se realiza una sub-base granular o base granular se denomina como sub-base o base granular tratada (con cemento, cal, asfalto, etc.).

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación (MTC, 2014).

Los factores que se consideran al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:

- a. Tipo de suelo a estabilizar
- b. Uso propuesto del suelo estabilizado
- c. Tipo de aditivo estabilizador de suelos
- d. Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicará
- e. Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
- f. Disponibilidad del equipo adecuado
- g. Costos comparativos

A continuación, se presentan guías referenciales para la selección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones de cada tipo de suelo ver **(ANEXO N° 06, Figura N° 187 y Figura N° 188)**.

1.7.2.1. Tipos de Estabilización:

- **Estabilización Mecánica**

La estabilización mecánica consiste en mejorar las propiedades del suelo por densificación o por mejora de sus características granulométricas mediante la mezcla con otro material. En Perú, es el método de estabilización más difundido porque se puede aplicar con el equipo mecánico convencional que suele estar disponible como la motoniveladora, rodillo compactador y tractor (Menéndez, 2009).

La adecuada construcción de una capa de pavimento con un material obtenido por estabilización granular depende fundamentalmente de la adecuada colocación de los diversos materiales sobre la vía, para que al mezclarlos se obtenga las proporciones previamente calculadas y el producto obtenido tenga la gradación exigida. Una vez se haga la mezcla en seco, se incorpora la cantidad de agua necesaria, se hace la mezcla húmeda, se compacta y termina como cualquier base o subbase granular. El tamaño máximo de las partículas de la mezcla tiene gran importancia puesto que los tamaños demasiado grandes son difíciles de trabajar y producen superficies muy rugosas; una proporción demasiado grande de tamaños gruesos conduce a mezclas muy segregables. La presencia de materiales finos, menores que la malla N° 40, hace difícil lograr buenas características de resistencia y de deformabilidad, además, puede conducir a superficies demasiado lisas y fangosas cuando están húmedas, y polvorientas cuando están secas. La colocación de una capa gruesa de material granular proporciona varios beneficios tales como: incrementar la capacidad de soporte del suelo de fundación, proteger el pavimento contra el congelamiento, mejorar el drenaje, proporcionar una rasante uniforme en secciones de suelo altamente variables, reducir los efectos estacionales de

variaciones de humedad y temperatura en el apoyo de rasante, elevar la rasante y reducir la erosión debajo de los pavimentos de concreto.

Por lo general, se emplean materiales con valores de CBR mayores a 20% con un módulo elástico aproximadamente de 120 MPa (17500 psi). Estas son típicamente arena o materiales granulares, correspondiendo a AASHTO A-1 y A-2 (GW, GP, SW y SP). Típicamente son de gradación densa, con un agregado de tamaño superior máximo que varía en función de la altura del relleno. (Menéndez, 2009).

- **Estabilización por combinación de suelos**

Este tipo de tratamiento consiste en incorporar al material existente otro material procedente de cantera o corte que, al ser adicionado, mejore las propiedades del material existente. Por lo general, se busca suelos granulares con bolones o roca fracturada. En este caso, se debe verificar previamente que la granulometría resultante está distribuida uniformemente de tal manera que el proceso de compactación se facilita y la cantidad de vacíos disminuye (Menéndez, 2009).

- **Estabilización por sustitución de suelos**

En este tipo una cierta profundidad del suelo de fundación es retirado y reemplazado por material de préstamo. La determinación de la profundidad de reemplazo ha sido detallada en el capítulo de suelo de fundación. Este tipo de tratamiento es común en aquellos lugares donde se dispone de material de préstamo en zonas aledañas al lugar o cuando el tipo de suelo presenta condiciones que dificultan su estabilización mediante otros medios (turba, pantano, etc.) (Menéndez, 2009).

- **Estabilización de suelos con cal**

El uso de la cal en la estabilización de suelos es para mejorar las características naturales del suelo de modo que aumente su capacidad para resistir los efectos inducidos por el tránsito (esfuerzo de corte) y los cambios volumétricos en diferentes condiciones de clima. La incorporación de cal mejora, en muchos casos, las características plásticas de los suelos haciéndolos más friables y, sobre todo, incrementando considerablemente el valor de soporte, acción que se ha demostrado continua en función del tiempo. Así mismo, la cal elimina la susceptibilidad al agua de los suelos cohesivos reduciendo la tendencia al hinchamiento de estos. (Menéndez, 2009).

La incorporación previa de cal puede ser ventajosa en el tratamiento de suelos plásticos (arcillas pesadas) con cemento. La cal reduce la plasticidad, facilita la posterior pulverización del suelo y, por consiguiente, el mezclado con el cemento Portland. También reduce las cantidades requeridas de cemento (Little, 2000).

En general, casi todos los tipos de suelos son susceptibles de ser estabilizados con cal. Los suelos de granulometría fina (100% pasando Tamiz N° 10) como aquellos más gruesos con algún contenido de finos pueden mejorar sus características con la incorporación de cal. Se recomienda el uso de cemento para estabilizar aquellos suelos que tengan índices de plasticidad menores de 15 y porcentajes pasantes del tamiz N° 200 no mayor del 25%. (Menéndez, 2009).

Es más práctico utilizar la cal cuando el índice de plasticidad del suelo es mayor de 15 y el porcentaje de tamiz N° 200 es mayor de 25. Sin embargo, la cal es poco efectiva en suelos altamente orgánicos o con pocas cantidades de arcilla que sean capaces de reaccionar con la cal. Se puede usar una combinación de cal y cemento si el material a

estabilizar tiene un índice de plasticidad menor a 15 y los ensayos de resistencia de laboratorio han demostrado que los valores de resistencia al corte no cumplen con las especificaciones de diseño. La cal debe agregarse primero con el fin de reducir la plasticidad del suelo y al final del mezclado adicionar el cemento (Menéndez, 2009).

De acuerdo a las especificaciones generales del MTC (2013), los materiales deben cumplir con los siguientes requisitos generales:

a) Agregados

- Granulometría (agregados): La granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, y A-7.
- El tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2") o 1/3 del espesor de la capa compactada.
- Plasticidad: La fracción inferior del tamiz de 425 μm (N° 40) deberá presentar un límite líquido inferior a 40 y un índice plástico comprendido entre 10 y 50%, determinados según normas de ensayo MTC E 110 y MTC E 111.
- Composición química: La proporción de sulfatos del suelo, expresada como SO_4 , no podrá exceder de 0,2% en peso.
- Abrasión: Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (máquina de los Ángeles) no mayor a 50% (MTC E 207).
- Solidez: Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales y el material se encuentra a una altitud > 3000 m s.n.m., los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de magnesio superiores al 18% y en materiales finos superiores al 15%.

b) Cal

La cal que se use para la construcción de suelo-cal puede ser cal viva o cal hidratada y debe satisfacer los requisitos establecidos en la Especificación AASHTO M-216 o ASTM C-977.

c) Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO_4 y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3 000 ppm, según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

- **Estabilización de suelos con cemento**

La acción estabilizadora del cemento consta de varias etapas, la primera de las cuales es la acción de la naturaleza fibrosa del silicato de calcio que se forma cuando los granos del cemento entran en contacto con el agua. Debido a esta reacción, se forma masas de fibras minúsculas que se traban fuertemente unas con otras y con otros cuerpos. La solución formada por la mezcla cemento y agua reacciona con las partículas del suelo, reacción en la que los iones de calcio tienden a agrupar las partículas de suelo cargada negativamente produciéndose su floculación por acción de la gravedad. Por último, si se compacta la mezcla, se produce una reacción del calcio con la sílice y alúmina de tamaños coloidales produciéndose complejos compuestos de silicatos y aluminatos que aumentan lentamente la resistencia de la mezcla. A esta acción se la llama puzolánica.

La reacción favorable suelo-cemento se ve muy impedida o nulificada cuando el primero contiene materia orgánica, pues los ácidos orgánicos poseen gran avidez por los iones de calcio que libera la reacción original del cemento y los captan, dificultando la acción aglutinante de propio cemento en los suelos gruesos o la estabilización de las partículas laminares en las arcillas. Por esta razón, las especificaciones de casi todos los países exigen que el contenido de materia orgánica en un suelo no sobrepasa 1 a 2% en peso, si ha de ser considerado apropiado para ser estabilizado con cemento. Es también nociva la presencia de sulfatos u otras materias ávidas de agua por cuanto no se utiliza en el cemento la humedad necesaria para el cumplimiento de sus funciones. Pero salvo estos dos inconvenientes, los demás suelos pueden tratarse con cemento para mejorar su comportamiento mecánico, siendo la principal limitación la dificultad que puede presentarse para obtener un buen mezclado con las arcillas, motivo por el cual, en este caso, algunos recomiendan añadir previamente al suelo una pequeña cantidad de cal que facilite su manejo y pulverización y permita la posterior incorporación del cemento sin dificultad. (Aliaga & Soriano, 2019).

La dosificación de cemento puede fijarse aproximadamente en función del tipo de suelo, según lo siguiente (MTC, 2014):

Tabla 1: *Dosificación de cemento por tipo de suelo*

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido en % del peso del suelo
A-1-a	3-5
A-1-b	5-8
A-2	5-9
A-3	7-11
A-4	7-12
A-5	8-13
A-6	9-15
A-7	10-16

Fuente: MTC, 2014.

De acuerdo con las especificaciones generales del MTC (2013), los materiales deben cumplir con los siguientes requisitos generales:

a) Agregados

- Granulometría (agregados): La granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.
- El tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2") o 1/3 del espesor de la capa compactada.
- Plasticidad: La fracción inferior del tamiz de 425 μ m (N° 40) deberá presentar un límite líquido inferior a 40 y un índice plástico menor de 18%, determinados según normas de ensayo MTC E 110 y MTC E 111.
- Composición química: La proporción de sulfatos del suelo, expresada como SO₄, no podrá exceder de 0,2% en peso.

- Abrasión: Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (máquina de los Ángeles) no mayor a 50% (MTC E 207).
- Solidez: Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales y el material se encuentra a una altitud $> 3\,000$ m s.n.m., los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de magnesio superiores al 18% y en materiales finos superiores al 15%.

b) Cemento

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en las normas NTP 334.009, NTP 334.090, NTP 334.050, NTP 334.082 (ASTM 1157), AASHTO M85, M240. M307, o ASTM-C150. Según la NTP 334.009, el cemento Portland se clasifica en cinco tipos de acuerdo con sus propiedades:

- Cemento Portland Tipo I: Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- Cemento Portland Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- Cemento Portland Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Cemento Portland Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Cemento Portland Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

c) Agua

El agua deberá ser limpia y estar libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas.

Su pH medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO₄ y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

- Selección del contenido de cemento mediante ensayos

El siguiente procedimiento se debe seguir para obtener el contenido de cemento del suelo estabilizado.

- 1) Obtener de la siguiente tabla (cuarta columna) el contenido preliminar por peso basado en la clasificación AASHTO.

Tabla 2: *Requerimiento de cemento de acuerdo a la clasificación AASHTO*

Tipo de suelo AASHTO	Rango usual de cemento requerido		Contenido estimado de cemento para ser empleado en el ensayo de densidad- humedad % en peso	Contenido de cemento para el ensayo de congelamiento y descongelamiento húmedo y seco % en peso
	% por volumen	% por peso		
A-1-a	5-7	3-5	5	3-4-5-7
A-1-b	7-9	5-8	6	4-6-8
A-2	7-10	5-9	7	5-7-9
A-3	8-12	7-11	9	7-9-11
A-4	8-12	7-12	10	8-10-12
A-5	8-12	8-13	10	8-10-12
A-6	10-14	9-15	12	10-12-14
A-7	10-14	10-16	13	11-13-15

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016.

2) Realizar el ensayo de densidad-humedad con el porcentaje recomendado en la tabla anterior.

3) Verificar la estimación inicial de contenido de cemento mediante las tablas siguientes que se aplican para suelos arenosos y para suelos limosos y arcillosos.

Estas tablas toman en consideración la máxima densidad seca y otras propiedades del suelo; además, permiten una estimación más exacta.

Tabla 3: *Requerimiento promedio de cemento para los suelos arenosos horizonte B y C*

Material retenido en la malla N° 4	Material menor que 0.05 mm	Contenido de cemento en % del peso Máxima densidad seca en libras/pie ³					
		105-109	110-114	115-119	120-124	125-129	130 o más
0-14	0-19	10	9	8	7	6	5
	20-39	9	8	7	7	5	5
	40-50	11	10	9	8	6	5
15-29	0-19	10	9	8	6	5	5
	20-39	9	8	6	6	6	5
	40-50	12	10	9	8	7	6
30-45	0-19	10	8	7	6	5	5
	20-39	11	9	8	7	6	5
	40-50	12	11	10	9	8	6

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016.

Tabla 4: *Requerimiento promedio de cemento para los suelos limosos y arcillosos horizonte B y C*

Índice de grupo (ver gráfico siguiente)	Material entre 0.05 mm y 0.005 mm	Contenido de cemento en % del peso Máxima densidad seca en libras/pie ³					
		90-94	95-99	100-104	105-109	110-114	115-119
0-3	0-19	12	11	10	8	8	7
	20-39	12	11	10	9	8	8
	40-59	13	12	11	9	9	8
	60 o más	-	-	-	-	-	-
4-7	0-19	13	12	11	9	8	7
	20-39	13	12	11	10	9	8
	40-59	14	13	12	10	10	9
	60 o más	15	14	12	11	10	9

8-11	0-19	14	13	11	10	9	8
	20-39	15	14	11	10	9	9
	40-59	16	14	12	11	10	10
	60 o más	17	15	13	11	10	10
12-15	0-19	15	14	13	12	11	9
	20-39	16	15	13	12	11	10
	40-59	17	16	14	12	12	11
	60 o más	18	16	14	13	12	11
16-20	0-19	17	16	14	13	12	11
	20-39	18	17	15	14	13	11
	40-59	19	18	15	14	14	12
	60 o más	20	19	16	15	14	13

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016.

Las dos tablas anteriores toman en cuenta la máxima densidad seca y otras propiedades del suelo, lo cual permite una estimación más exacta. Si se tiene un tipo de suelo del horizonte A (arenas y gravas), los porcentajes anteriores deben ser incrementados de acuerdo a las siguientes reglas:

Suelos arenosos: determinar el porcentaje estimado de cemento de la tabla anterior en función al porcentaje que pasa 0.05 mm y el porcentaje retenido en la malla N° 4, así con la máxima densidad seca. Moldear muestras y ejecutar el ensayo de congelamiento y descongelamiento con el porcentaje obtenido en la tabla y con $\pm 2\%$ del factor de cemento.

Suelos limosos y arcillosos: utilizando el porcentaje de material entre 0.05 mm y 0.005 mm, el índice de grupo de AASHTO que se muestra en la siguiente figura y la máxima densidad seca, determinar mediante la tabla anterior el porcentaje de cemento. Moldear muestras y ejecutar el ensayo de congelamiento y descongelamiento con el porcentaje obtenido en la tabla y con $\pm 2\%$ del factor de cemento.

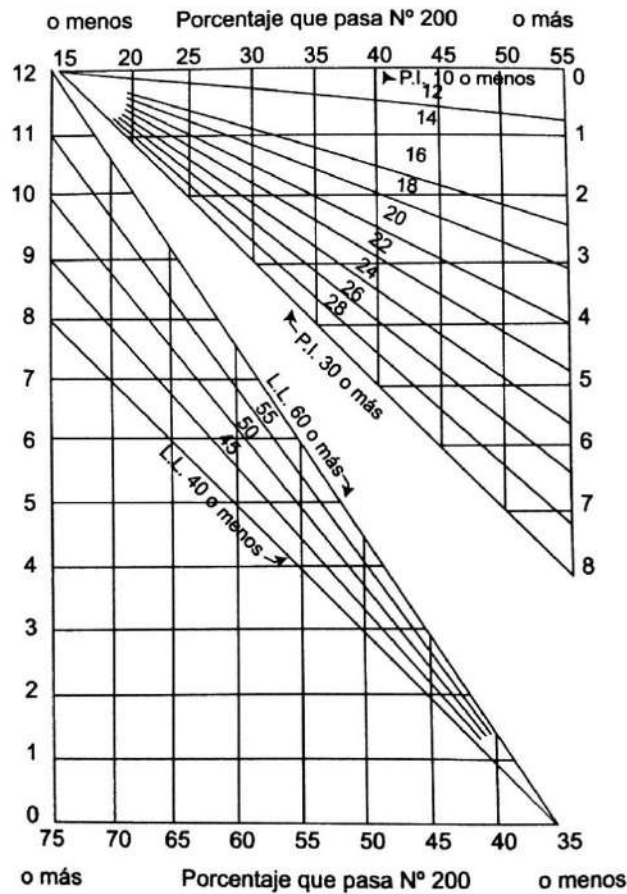


Figura N° 2: Gráfico para el cálculo del índice de grupo

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016.

- **Estabilización de suelos con asfalto**

Si se trata de la estabilización con productos bituminosos tales como asfaltos líquidos, emulsiones asfálticas y alquitrán. La estabilización con estos productos tiene los siguientes fines:

- En suelos no plásticos o arenosos, se trata que ejerza una acción ligante que unida a la fricción propia del suelo evita deformaciones de la capa mejorada bajo la acción del tránsito.

- En suelos cohesivos, se busca que el estabilizante aglomere las partículas de arcilla y obture los vacíos, impermeabilizando al suelo y protegiéndolo contra la acción del agua.

Uno de los requisitos más importantes de este tipo de estabilización es la necesidad de que las condiciones meteorológicas sean adecuadas. En zonas húmedas, por ejemplo, la cantidad de agua de un suelo fino es bastante alta durante la mayor parte del año y la adición de más fluidos (asfalto líquidos o emulsiones) puede dar lugar no solo a una pérdida de resistencia, sino que el suelo puede alcanzar una consistencia que hace muy difícil la compactación.

Por último, el tiempo de curado de las mezclas y la temperatura a la que se realice, son muy influyentes en la resistencia obtenida. A mayor temperatura de curado, más resistencia y si la temperatura es alta, tanto mejor, porque más rápidamente se evaporan los solventes y se ha encontrado que la resistencia es inversamente proporcional al contenido del solvente en el momento del ensayo. La temperatura en el momento del ensayo produce, en cambio, un efecto contrario. Entre más alta sea, menor será la resistencia, a causa del reblandecimiento del asfalto por el calor. El asfalto se mezcla con el agregado de diversas formas: en caliente, como emulsión y espuma. Cada uno de los casos requiere de la tecnología adecuada y procesos constructivos diferentes (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016).

- **Estabilización de suelos con aceite sulfonado (estabilización electroquímica)**

Los aceites sulfonados son agentes catalizadores que producen intercambio de iones; químicamente son compuestos orgánicos derivados de sulfuros y ácidos combinados. La función más importante de estos aceites es la reducción del agua contenida entre las

partículas del suelo, aumentando el número de vacíos que permiten el reacomodamiento de las partículas, bien sea por atracción entre ellas o bien por compactación.

El aceite sulfonado es un líquido soluble en agua, a la que ioniza aumentando su conductividad y facilitando el intercambio catiónico, ya que la obliga a desprenderse de las partículas de arcilla y la convierte en agua libre, capaz de intercambiar sus cargas eléctricas con los cationes de la arcilla, a los que finalmente neutraliza y obliga en forma permanente a perder su avidez de agua.

Los principales efectos que tiene el aceite sulfonado sobre los suelos de matriz arcillosa son: reduce espacios intersticiales, reduce la permeabilidad, incrementa la sedimentación, mejora la respuesta a la compactación y aumenta la densidad del suelo. Los estudios realizados con aceites sulfonados y la evidencia obtenida mediante ensayos realizados en campo, muestran que el sistema de estabilización electroquímica es una alternativa competitiva para disminuir el potencial expansivo de los suelos arcillosos.

Tecnología PROES:

El proceso PROES de estabilización química de suelos trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente ($\text{CBR} > 100\%$) y flexible.

Este proceso ocupa:

- a. El suelo natural con plasticidad
- b. El aditivo líquido PROES (aceite sulfonado), que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- c. Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con PROES aporta toda la capacidad estructural necesaria, por lo que requiere de una carpeta de rodado sólo como protección de la abrasión producida por el tráfico y según el estándar de operación esperado. (PROESTECH, 2019)

Consideraciones de uso:

- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
- Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cual consiste en cemento u otro filler gestionable localmente.
- El aditivo líquido PROES se agrega al suelo en dosis de 0,30 a 0,35 lt/m³ de suelo estabilizado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo PROES en agua previo a su aplicación.
- La finalización del proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio. Este proceso debe realizarse en las 4 horas inmediatamente posteriores al riego.

Condiciones químicas del aditivo líquido

- División de riego : Clase 8 – Líquido corrosivo
- Estado físico : Líquido de color oscuro y apariencia oleosa
- Peso específico : 1,15
- pH : 1 a 1,5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución.
- Estabilidad : producto estable a temperatura ambiente mantener bajo 100°C
- Fecha de caducación : no tiene

1.7.3. Carretera

Se conoce como carreteras a aquellos caminos de características modernas que cumplen con lo que indica el MTC, el ancho, alineamiento y pendiente; además deben contar con características que permitan un tránsito eficiente y la movilización ordenada de un alto volumen de vehículos (Hernández, 2016) citado por (Góngora, 2019).

1.7.3.1. Clasificación de carreteras

En el Perú, se clasifica a las carreteras de la siguiente por dos maneras, por demanda que están las autopistas de primera y segunda clase, también las carreteras de primera, segunda y tercera clase, por último, se tiene a trochas carrózales. La otra manera es por orografía que es dependiendo el tipo de terreno, teniendo entre estos un terreno plano, ondulado, accidentado y escarpado (MTC, 2014).

Tabla 5: *Clasificación por orografía*

Tipo	Descripción
Terreno Plano (TIPO 1)	Poseen pendientes transversales $\leq 10\%$ y pendientes longitudinales $< 3\%$.
Terreno Ondulado (TIPO 2)	Poseen pendientes transversales entre 11% y 50% y pendientes longitudinales que se encuentran entre 3% y 6% .
Terreno Accidentado (TIPO 3)	Poseen pendientes transversales entre 51% y 100% y pendientes longitudinales que se encuentran entre 6% y 8% .
Terreno Escarpado (TIPO 4)	Poseen pendientes transversales $> 100\%$ y pendientes longitudinales $> 8\%$.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (MTC, 2014)

1.7.4. Suelos

1.7.4.1. Definición

Se define suelo como la descomposición y alteración que sufren las rocas y los residuos que se desarreglan al pasar el tiempo; los suelos están constantemente sufriendo cambios, modificaciones y procesos físicos y biológicos los cuales ocasionan la existencia de diferentes tipos de suelos (De la Cruz & Salcedo, 2016) citado por (Gongora, 2019).

1.7.4.2. Tipos de suelos según la geotecnia

Para clasificar los suelos se evalúan las propiedades mecánicas que estos presenten, siendo las siguientes (Altamirano & Díaz, 2015):

- **Las Arenas y las Gravas:** Son aquellos suelos en los cuales no existe cohesión y se lucen de trozos granulares que presentan la forma circular o angulosa, entre ellos es muy limitada la existencia de rocas minerales.
- **Los limos:** Son aquellos suelos que pasan por la mallan N°200, entre ellas existe elementos orgánicos que muchas veces son visibles y otras no; la plasticidad de estos limos es menor a la de las arcillas.
- **Las Arcillas:** Lo conforman aquellos suelos que se generan de la descomposición química y mineralógica de las rocas, cuando están húmedos son flexibles y si están secos son duros; además limitan la infiltración de agua.

1.7.4.3. Caracterización de la subrasante

Para determinar las propiedades que presenten los suelos se realiza la excavación de calicatas de profundidad 1.50m como indica la norma peruana, además el MTC menciona que el

número de calicatas dependerá al tipo de carretera que se tenga, el número de estas se presenta en la **Tabla 6** (MTC, 2014).

En la **Tabla 7** se muestra la cantidad de CBR que se debe hacer a una red vial, según el tipo de carretera que está presente, cuanto mayor sea el nivel de transitividad es una vía, entonces allí se elaborara más calicatas.

Tabla 6: *Número de calicatas dependiendo el tipo de carretera*

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas
Autopistas	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido
Carreteras duales o multicarril	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido
Carreteras de primera clase	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	4 calicatas x km
Carreteras de segunda clase	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	3 calicatas x km
Carreteras de tercera clase	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	2 calicatas x km
Carreteras de bajo volumen de tránsito	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	1 calicatas x km

Fuente: Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014)

Tabla 7: *Número de ensayos MR y CBR*

Tipo de carreteras	Nº MR y CBR
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido. Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido.
Carreteras duales o multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de primera clase: Carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1 MR cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de segunda clase: Carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de tercera clase: Carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada.	Cada 2 km se realizará un CBR
Trochas: Con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014))

1.7.4.4. Pavimentos

Un pavimento de una estructura, asentado sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. Hay una gran diversidad de tipos de pavimento, dependiendo del tipo de vehículos que transitarán y del volumen del tráfico (Vivar, 2004) Citado en (Terrones, 2018).

1.7.4.4.1. Componentes de un pavimento

- **Carpeta asfáltica:** Es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir.

- **Base:** Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. La carpeta es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento.

- **Sub Base:** Su función es impedir que el agua de las terracerías ascienda por capilaridad y evitar que el pavimento sea absorbido por la sub-rasante. Deberá transmitir en forma adecuada los esfuerzos a las terracerías.

- **Subrasante:** La función de la sub-rasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento. Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad.

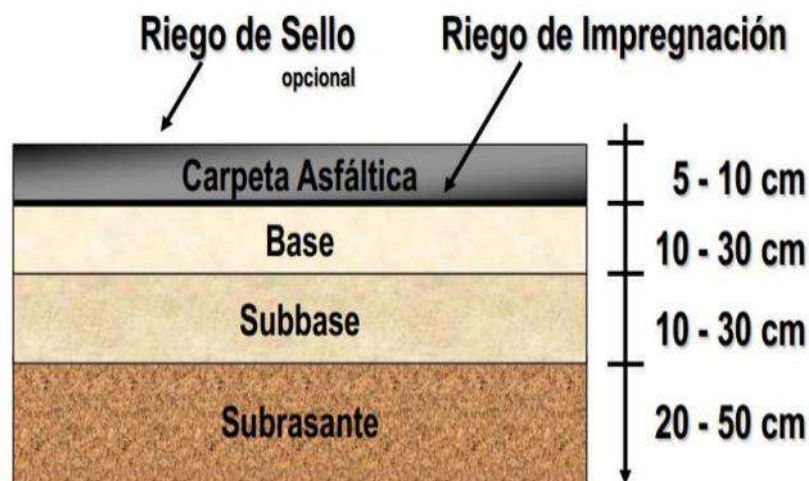


Figura N° 3: Estructura de un Pavimento

Fuente: Cámara de comercio del cemento, 2014.

Tabla 8: Categorías de Subrasante acorde al CBR del suelo

Categoría de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR \geq 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR \geq 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR \geq 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR \geq 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	De CBR \geq 30%

Fuente: Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos) MTC, 2014

1.7.4.5. Afirmados

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental (Manual de Carreteras EG, 2013).

1.7.4.6. Patologías en Carreteras Afirmadas

1.7.4.6.1. Descripción del mecanismo de deterioro.

El mecanismo de deterioro de un camino sin pavimentar a diferencia de las carreteras pavimentadas consiste en un proceso progresivo más acelerado. Los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las fracciones más gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tráfico) llegan a pulverizarse en condiciones secas. Estos finos pulverizados aparecen como material particulado en suspensión (polvo) y por la constante pérdida de éstos es que los agregados gruesos están de manera suelta ante la acción del tráfico, y es así que la superficie de rodadura comienza a desgastarse de manera progresiva dando lugar a la formación de las depresiones, baches, y ondulaciones.

Estos problemas estructurales y superficiales se presentan debido a la acción del tráfico y a las condiciones climáticas (lluvias, presencia de hielo, efecto del deshielo). El deterioro ocurre en varias etapas, desde un deterioro lento que no se percibe hasta un deterioro crítico

donde se evidencia en una descomposición total del camino que involucra una nueva conformación o rehabilitación de la vía (Mendoza, 2016).

1.7.5. Tráfico

1.7.5.1. Definiciones:

- Volumen de tráfico: Numero de vehículos que pasan por un determinado punto o lugar de la calzada o carril de la carretera o calle, en un periodo dado.
- Estación de control o conteo: Punto donde efectúa la medición del volumen de vehículos.
- Tramo homogéneo: Sección de carretera con características geométricas o volumen de transito similar al tránsito normal.
- Transito normal: Corresponde al tránsito que utiliza la vía en condiciones presentes y crece en función de diversas tasas de crecimiento, se obtiene por conteo y clasificación vehicular.

1.7.5.2. Tipos de vehículos

Los tipos de vehículos y sus características están definidos en el reglamento nacional de vehículos (MTC, 2003). Los cuadros siguientes muestran la información requerida para el diseño. En algunos casos, el diseño se efectúa con los pesos y características de los vehículos de acuerdo al conteo vehicular y el pesado de los mismos, en especial en tramos donde no se cuenta con control de pesos.





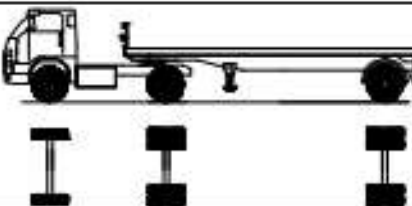
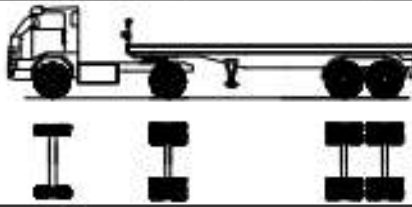
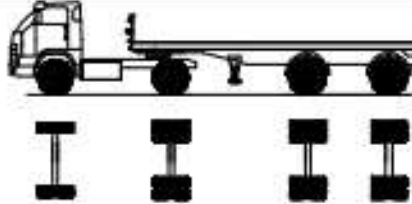
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configu- ración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
				Conjunto de ejes posteriores					
				1º	2º	3º	4º		
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30	
8x4		13,20	7+7 ⁽⁵⁾	18	---	---	---	32	
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29	
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36	
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40	

Figura N° 4: Pesos y medidas de vehículos

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos, 2003

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
T2S3		20,50	7	11	25	—	—	43
T2Se3		20,50	7	11	11 ⁽⁴⁾	18	—	47
T3S1		20,50	7	18	11	—	—	36
T3S2		20,50	7	18	18	—	—	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	—	47
T3S3		20,50	7	18	25	—	—	48 ⁽²⁾

Figura N° 5: Pesos y medidas de vehículos

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos, 2003.

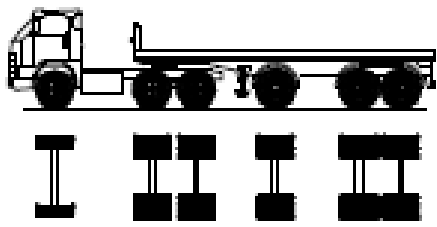
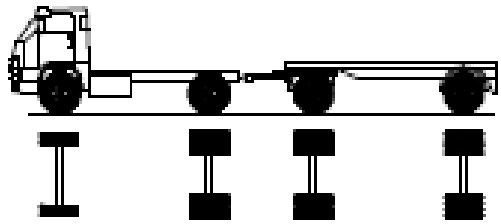
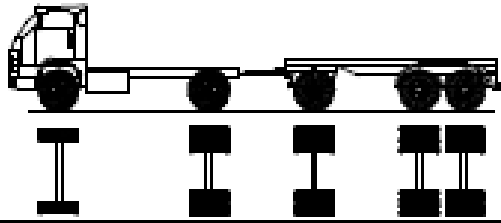
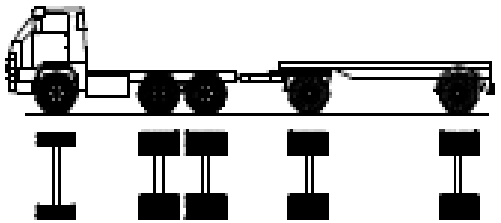
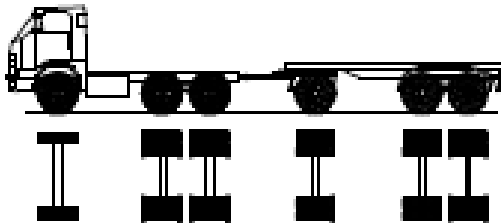
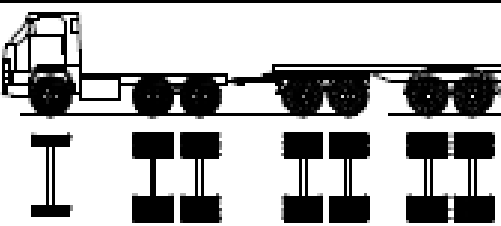
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
T38e3		20,50	7	18	11 ⁽⁴⁾	18	---	48 ⁽²⁾
C2R2		23,00	7	11	11	11	---	40
C2R3		23,00	7	11	11	18	---	47
C3R2		23,00	7	18	11	11	---	47
C3R3		23,00	7	18	11	18	---	48 ⁽²⁾
C3R4		23,00	7	18	18	18	---	48 ⁽²⁾

Figura N° 6: Pesos y medidas de vehículos

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos, 2003.

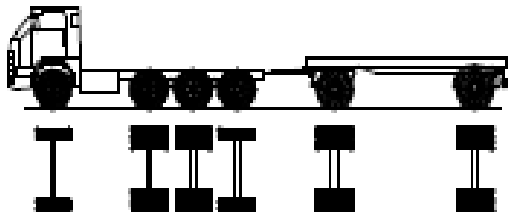
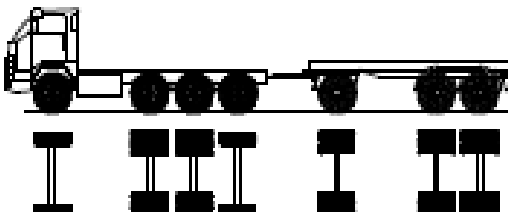
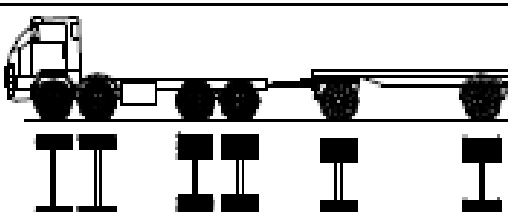
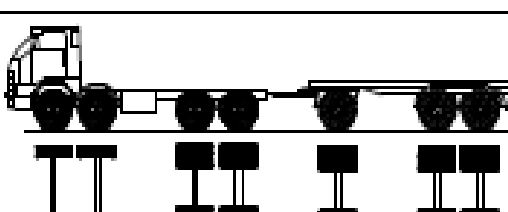
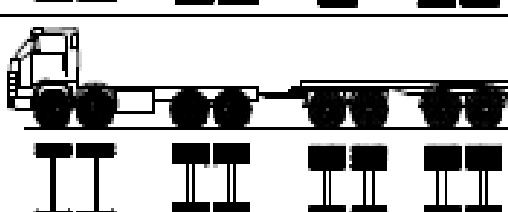
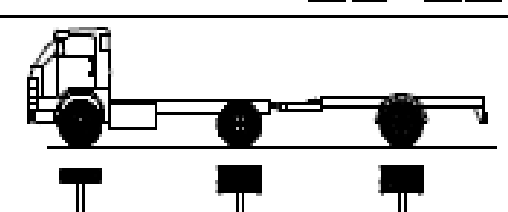
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C4R2		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	11	---	48 ⁽²⁾
C4R3		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R2		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	11	11	---	48 ⁽²⁾
8x4R3		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R4		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
C2RB1		20,50	7	11	11	---	---	29

Figura N° 7: Pesos y medidas de vehículos

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos, 2003.

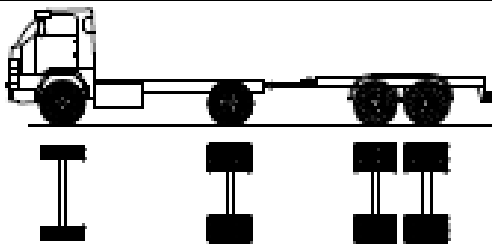
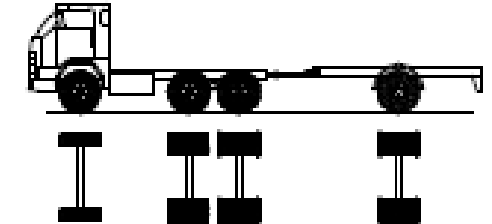
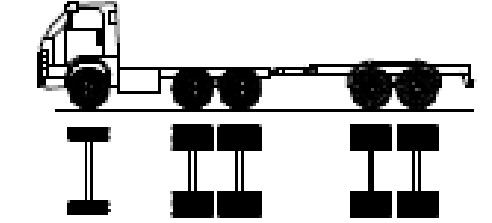
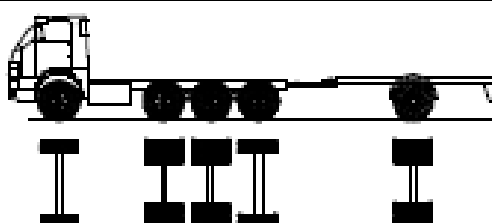
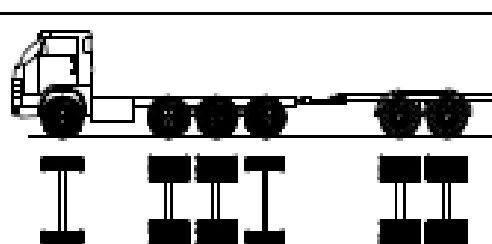
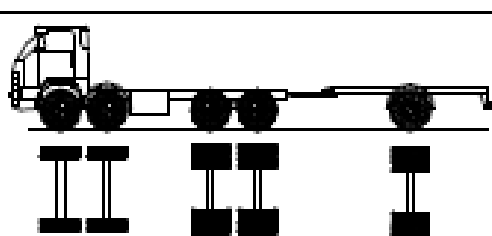
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C2RB2		20,50	7	11	18	—	—	36
C3RB1		20,50	7	18	11	—	—	36
C3RB2		20,50	7	18	18	—	—	43
C4RB1		20,50	7	23 ⁽¹⁾	11	—	—	41
C4RB2		20,50	7	23 ⁽¹⁾	18	—	—	48
8x4 RB1		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	11	—	—	43

Figura N° 8: Pesos y medidas de vehículos

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos, 2003.

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
8x4 RB2		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	18	—	—	48 ⁽²⁾
T382 S2		23,00	7	18	18	18	—	48 ⁽²⁾
T38e2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽²⁾	11 + 11 ⁽²⁾	—	48 ⁽²⁾
T382 S182		23,00	7	18	18	11	18	48 ⁽²⁾
T38e2 S18e2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽²⁾	11	11 + 11 ⁽²⁾	48 ⁽²⁾
B2		13,20	7	11	—	—	—	18

Figura N° 9: Pesos y medidas de vehículos

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos, 2003.

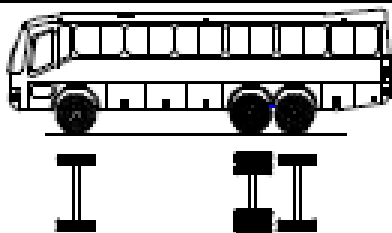
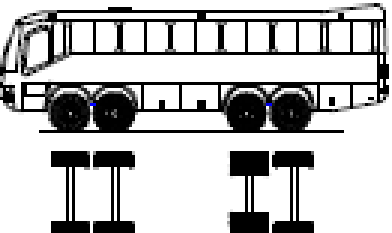
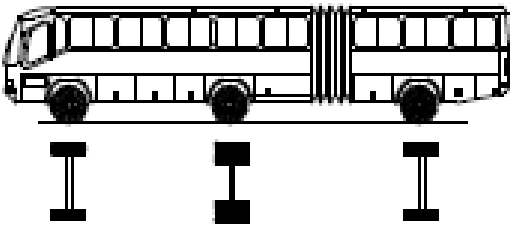
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
B3-1		14,00	7	16	—	—	—	23
B4-1		15,00	7+7 ⁽²⁾	16	—	—	—	30
BA-1		18,30	7	11	7	—	—	25

Figura N° 10: Pesos y medidas de vehículos

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos, 2003.



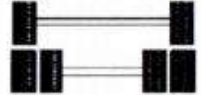
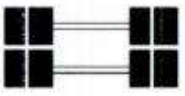
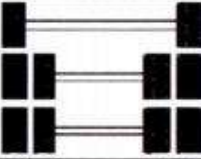
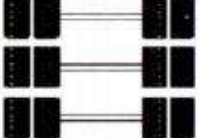
Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Figura N° 11: Configuración de ejes

Fuente: “Manual de carreteras”, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos (MTC, 2014).

1.7.5.4. Método del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC

La fórmula para el cálculo del ESAL es la siguiente:

Ecuación 1: *Cálculo del ESAL*

$$N_{rep\ de\ EE_{8,2tn}} = \sum EE_{dia-carril} \times 365 \times Fca$$

Donde:

- $EE_{dia-carril} = IMDpi \times Fd \times Fc \times Fvpi \times Fpi$

IMDpi = Corresponde al índice medio según tipo de vehículo pesado

Fd = Factor direccional

Fc = Factor carril de diseño

Fvpi = Factor vehicular pesado del tipo seleccionado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículos pesado entre el número del total del tipo de vehículo seleccionado.

Fpi = Factor de presión de neumáticos.

- **Fca** = Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado

- **365** = Número de días del año

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

Ecuación 2: Tránsito Proyectado

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

T_o = Tránsito actual (año base 0) en veh/día

n = Número de años del periodo de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito,

Tabla 9: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con sepador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: “Manual de carreteras”, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos (MTC, 2014).

Tabla 10: Factores de crecimiento acumulado (Fca) para el cálculo de número de repeticiones de EE.

Periodo de Análisis (años)	Factor de Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.20	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.58	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.79	37.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: “Manual de carreteras”, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos (MTC, 2014).

Ecuación 3: Cálculo del factor de crecimiento acumulado

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1-r)^n - 1}{r}$$

Donde:

- r = Tasa anual de crecimiento
- n = Periodo de diseño

Tabla 11: *Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos*

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{s1})	$EE_{s1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{s2})	$EE_{s2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$

P = Peso real por eje en toneladas

Fuente: “Manual de carreteras”, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos (MTC, 2014).

1.7.6. Diseño de la carretera

El dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado del manual de diseño de carreteras no pavimentadas del MTC (2008) considera la siguiente ecuación del método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS) el cual relaciona el valor de soporte del suelo (CBR) y la carga actualmente en el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE.

Ecuación 4: *Cálculo del espesor de la capa de afirmado*

$$e = [219 - 211(\log_{10} CBR) + 58 (\log CBR)^2] \log \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

- e = espesor de la capa de afirmado en mm.
- CBR = valor del CBR de la subrasante
- N_{rep} = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

1.8.Hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

La adición de aceite sulfonado y cemento portland tipo I influye significativamente en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo, 2020 aportando mayor estabilidad e incrementando su capacidad de soporte.

Tabla 12: *Matriz de Hipótesis*

Hipótesis general	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores Lógicos	El espacio	El tiempo
La adición de aceite sulfonado y cemento portland tipo I influye significativamente en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo, 2020 aportando mayor estabilidad e incrementando su capacidad de soporte.	1. Aceite sulfonado y cemento portland tipo I 2. Estabilización de la vía	Especímenes de suelo	Influye	Huaylillas – Buldibuyo en la Provincia de Pataz	2020

Fuente: Elaboración propia, 2020

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Operacionalización de variables

Tabla 13: Operacionalización de la variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Estabilización de la vía Huaylillas - Buldibuyo en la provincia de Pataz	Consiste en el mejoramiento de las propiedades mecánicas mediante la incorporación de un aditivo químico como el aceite sulfonado y cemento portland tipo I.	El mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo será medido a través del incremento en la capacidad de soporte del suelo y el aumento de la máxima densidad seca del suelo, sus características físicas y su resistencia a la compresión no confinada.	Caracterización del suelo	Estudio de Mecánica de Suelos: Contenido de humedad, Granulometría, Límites de Atterberg, Clasificación de suelos (AASHTO y SUCS).
			Máxima densidad seca	Proctor Modificado
			Capacidad de soporte relativo del suelo	California Bearing Ratio (CBR)
			Resistencia a la Compresión no Confinada	Compresión no confinada

Fuente: Elaboración propia, 2020

2.2. Diseño de la investigación:

La presente investigación es de tipo experimental porque se ejerce un control sobre la variable independiente, puesto que esta se manipula de manera deliberada para poder determinar su influencia sobre la variable dependiente, se trabaja con diferentes muestras variando los porcentajes de cemento y manteniendo estable la cantidad de aceite sulfonado para de esta manera medir el efecto que tiene sobre la variable dependiente.

Por lo cual, el diseño es experimental puro porque reúne los dos requisitos de control o patrón y validez interna, ya que puede controlar y limitar las variaciones de porcentaje de adición de la variable independiente, para luego analizar la variable dependiente.



Figura N° 12: *Diseño de Investigación.*

Fuente: Elaboración propia, 2020.

- ❖ La investigación consta de un grupo experimental y un grupo de control, que contarán con un pre prueba, un tratamiento y una post prueba. Las muestras de suelo se asignan aleatoriamente para el grupo experimental y de control, para someterlas a la pre prueba mediante ensayos de laboratorio. Luego, el grupo experimental recibe el tratamiento (a través del aceite sulfonado y los diferentes porcentajes de cemento portland tipo I), para finalmente ser sometidos a una post prueba.

Tabla 14: *Diseño de investigación experimental*

Grupo	Pre Prueba	Tratamiento	Post Prueba
Grupo Experimental	Estudio de Mecánica de Suelos:	Adición de 0.30 Lt/m ³ de aceite sulfonado y 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento portland tipo I	- Ensayo de Proctor
	- Contenido de humedad		- Ensayo de CBR
	- Granulometría		- Ensayo de compresión no confinada
	- Clasificación de suelos SUCS		- Ensayo de Proctor
Grupo de Control	- Clasificación de suelos AASHTO	-	- Ensayo de CBR
	- Límites de Atterberg		- Ensayo de compresión no confinada

Fuente: Elaboración propia, 2020

2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.3.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio serán los especímenes de suelo adicionado y sin adicionar aceite sulfonado y diferentes porcentajes de cemento portland tipo I, donde el suelo a utilizarse se extraerá de la vía Huaylillas - Buldibuyo exactamente en las progresivas del km 6+500, km 7+500 y km 8+500 siendo este tramo el más dañado durante las fechas de invierno.

Espécimen: Está definida como aquella muestra representativa de un grupo o conjunto de cosas, materiales, animales o personas que presentan las mismas características (UMACOM, 2017).

2.3.2. Población

En la presente investigación, la población será todo el suelo adyacente de la vía Huaylillas – Buldibuyo, 2020.

2.3.3. Muestra

Para la presente investigación se utilizó un muestreo no probabilístico porque no se aplica bajo ningún modelo probabilístico de selección, ni tampoco rigiéndose de alguna norma. El tipo de muestreo es por juicio, debido a que la muestra se seleccionará a base del conocimiento y juicio de los investigadores.

En este caso se tomarán los criterios dados en el Manual de carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (Ministerio de Transportes, 2013). A continuación, se detalla los parámetros dados por el MTC con el objetivo de determinar las características Físico – mecánicas de los materiales de la subrasante.

Tabla 15: *Número de calicatas para explotación de suelos*

Tipo de carretera	profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Carreteras de bajo volumen de tránsito	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	1 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

Fuente: Manual de carreteras. Sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2013)

Tabla 16: *Número de ensayos CBR*

Tipo de carretera	N° CBR
Trochas: Con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de carreteras. Sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2013)

- ❖ Para realizar esta investigación se tomó 3 km de vía y se realizó 1 calicata por km porque presenta un bajo volumen de tránsito **Tabla 15** según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013). La calicata fue de 1m x 1m x 1.50m de profundidad respecto a la sub rasante. Posteriormente, se extrajo la muestra de suelo de 2 estratos: El primero a 0.30 m de profundidad y el segundo a 1.50 m, dando un total de 6 muestras las cuales fueron sometidas a diversos ensayos.

Tabla 17: *Unidades de Estudio.*

Adicionantes	Dosificación	Ensayos Mecánicos				
		M1 - 0.30 m			M2 - 1.50 m	
		Proctor Modificado	CBR	Compresión no Confinada	Proctor Modificado	CBR
Patrón	0	3	3	-	3	3
Aceite sulfonado + Cemento portland tipo I	0.5% cemento + 0.30 Lt/m3 aceite sulfonado	3	3	3	3	3
	2% cemento + 0.30 Lt/m3 aceite sulfonado	3	3	3	3	3
	3.5% cemento + 0.30 Lt/m3 aceite sulfonado	3	3	3	3	3
	5% cemento + 0.30 Lt/m3 aceite sulfonado	3	3	3	3	3
	Subtotal	15	15	12	15	15
Total				72		

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnica de recolección de datos.

Para la recolección de datos esta investigación se utilizó la observación de tipo directa como técnica de recolección de datos porque es un método muy utilizado en el campo de la ingeniería vial, teniendo como ventaja analizar los principales problemas que afectan a la carretera en estudio.

Lo primero que se hizo es la visita a campo, donde se visualizó la vía Huaylillas – Buldibuyo y se seleccionó el tramo para realizar una calicata cada km. Luego se obtuvieron las muestras a cielo abierto y se trasladó al laboratorio GEOCONS SRL que es donde se realizaron los ensayos considerando el cumplimiento del manual de ensayos de materiales 2016. Además, el personal del laboratorio fue el encargado de supervisar todos los ensayos de esta investigación. Los cuales son:

- ❖ Contenido de humedad (MTC E-108/ ASTM D-2216)
- ❖ Análisis granulométrico (MTC E-204/ ASTM D-422)
- ❖ Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO (ASTM D-2487, 3282)
- ❖ Límite líquido (MTC E-110/ ASTM D-4318)
- ❖ Límite plástico (MTC E-111/ ASTM D-4318)
- ❖ Proctor modificado (MTC E-115/ ASTM D-1557)
- ❖ CBR (California Bearing Ratio) (MTC E-132/ ASTM D-1883)
- ❖ Compresión no confinada (MTC E-1103/ ASTM D-2166)

2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

En la presente investigación se empleará como instrumento la guía de observación, documento que nos permitirá registrar la acción de observar los ensayos que se realizarán, y de esta manera favorecerá en la organización de los datos obtenidos en laboratorio. Estas guías de observación se encuentran validadas por el Ingeniero del laboratorio GEOCONS SRL.

Todos los ensayos son realizados para poder ver la influencia del aceite sulfonado y cemento portland tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo.

Guías de observación utilizadas:

- ❖ Guía de Observación Esquema de contenido de humedad (Figura N° 48)
- ❖ Guía de Observación Esquema de análisis granulométrico (Figura N° 54)
- ❖ Guía de Observación Esquema de Límites de Atterberg (Figura N° 60)
- ❖ Guía de Observación Esquema de Proctor Modificado (Figura N° 66)
- ❖ Guía de Observación Esquema de CBR (Figura N° 96)
- ❖ Guía de Observación Esquema de Compresión no Confinada (Figura N° 156)

2.4.3. Instrumentos de análisis de datos

En la presente investigación, se utilizará el software SPSS (Paquete estadístico para ciencias sociales), ya que ofrece técnicas de recolección de datos y analítica predictiva para la solución de problemas de investigación. El instrumento que se utilizará es la prueba de ANOVA, cuyos resultados o datos obtenidos de la hoja de observaciones serán medibles en escala

ordinal, para ello primero se realizará la prueba de Shapiro-Wilk, para comprobar si cumple con el criterio de Normalidad, seguido se procede al análisis de varianza o ANOVA, luego se realiza la homogeneidad de varianza, dentro de esta se encuentra Test de Levene, finalmente se hará la prueba de Tukey.

2.4.4. Procedimiento de análisis de datos

El procedimiento para el análisis de datos se realizará en primer lugar la prueba de normalidad para ello se tendrá en cuenta la cantidad de datos que se tenga:

- Datos de Análisis < 50 = Shapiro – Wilk
- Datos de Análisis > 50 = Kolmogorov Smirnov

Luego se establecerá afirmaciones para la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_1). La normalidad que se comprobará que la variable aleatoria en ambos grupos se distribuye normalmente, para ello se utilizará la prueba de Shapiro- Wilk de la siguiente manera:

$P\text{-Valor} \geq 0.05$, se acepta H_0 , los datos provienen de una distribución normal

$P\text{-Valor} < 0.05$, se acepta H_1 , los datos no provienen de una distribución normal

Luego se calcula el P-Valor con la prueba ANOVA que es un método para determinar si dos o más grupos son iguales, además si el valor objetivo de la media varía entre combinaciones de categorías:

- Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} \geq 0.05$, se acepta la hipótesis nula (H_0)
- Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} < 0.05$, se acepta la hipótesis alterna (H_1)

Finalmente se realizará la prueba de Tukey que sirve para determinar en qué niveles de dosificación se encuentran las diferencias significativas que se obtuvieron en el ANOVA.

2.5. Procedimiento de Recolección de Datos

La investigación muestra las varias etapas; en la cual se inicia con la excavación de calicatas y extracción de muestras para transportarlas al laboratorio de suelos, en donde a cada muestra se le estudia con los ensayos mencionados, estos ensayos sirven para clasificar al suelo según sus dos métodos SUCS Y ASSHTO. La otra parte de la tesis es realizar el ensayo Proctor modificado y CBR en estado natural a la muestra de 1.50 m de profundidad de las 3 calicatas, mientras que para la muestra de 0.00 a 0.30 m de profundidad se realizarán los ensayos de Proctor modificado, CBR y Compresión no confinada en estado natural y adicionando 0.30 Lt/m³ de aceite sulfonado más 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento portland tipo I. Al tener resultados se podrá comparar los moldes en estado natural y los moldes con aceite sulfonado y diferentes porcentajes de cemento portland tipo I.

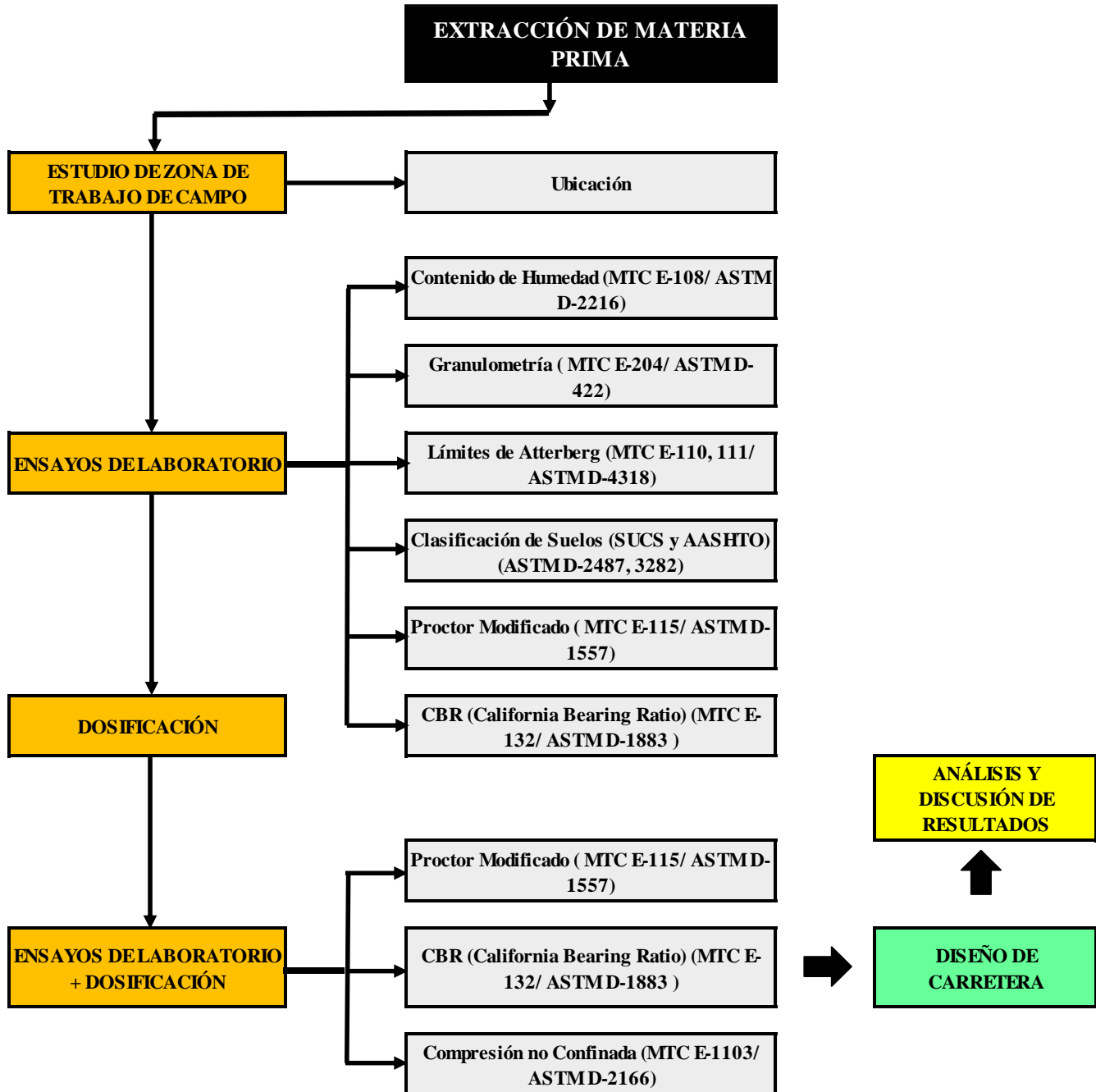


Figura N° 13: Procedimiento de recolección de datos

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

2.5.1. Materia Prima

2.5.1.1. Suelo:

Para la elaboración de esta investigación se partió por utilizar el material del tramo de carretera Huaylillas – Buldibuyo. Las muestras extraídas se colocaron en sacos de polipropileno con aproximadamente 90 a 100 kg de material por muestra, haciendo un total de 180 a 200 kg de material por calicata, mientras que 2 kg se colocaron en bolsas herméticas para conservar su humedad y tener datos más exactos al momento de realizar el ensayo de contenido de humedad.

2.5.1.2. Agua:

El agua utilizada para los ensayos de esta investigación fue agua potable, la cual fue obtenida en el laboratorio GEOCONS SRL – Trujillo.

2.5.1.3. Aceite sulfonado:

El aceite sulfonado utilizado en la presente investigación es de la marca PROESTECH. El cual será adicionado a 0.30 Lt/m^3 según indica su ficha técnica, para lo cual este valor se multiplica por el peso unitario del proctor, CBR y compresión no confinada según el ensayo que se está realizando para luego dividirlo entre la densidad seca máxima del proctor modificado obteniendo la cantidad de aceite sulfonado en mililitros.

El aceite sulfonado fue adquirido por la empresa Proes Tech Perú S.A.C. ubicada en la calle 2 de mayo N° 826, Miraflores, Lima – Perú.

2.5.1.4. Cemento Portland Tipo I

El Cemento Portland tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso será el utilizado para esta investigación. Se utilizó el de la marca Pacasmayo, ya que es el más utilizado en el campo laboral y asimismo porque cumple con la normatividad vigente que son NTP 334.009, ASTM C150. Los porcentajes varían de 0.5%, 2%, 3.5% y 5% que serán multiplicados por la densidad seca máxima obtenida del proctor modificado y de esa manera obtener la cantidad de cemento por metro cubico. Este valor será multiplicado por el peso unitario del proctor, CBR y compresión no confinada según el ensayo que se está realizando para luego dividirlo entre la densidad seca máxima del proctor modificado obteniendo la cantidad de cemento en gramos.

2.5.2. Estudio de la zona y trabajo de campo

2.5.2.1. Estudio de la zona

2.5.2.1.1. Generalidades

El desarrollo del estudio consistió en una investigación de campo centrada en el tramo de la vía Huaylillas – Buldibuyo, específicamente entre las progresivas Km 6+000 y km 9+000 realizándose una exploración a cielo abierto (obtención de muestras representativas) en donde se extrajo el material que fueron espécimen de ensayos de laboratorio. Finalmente, con los datos obtenidos se realizaron labores de gabinete, para consignar luego en forma escrita y gráfica los resultados del estudio.

2.5.2.1.2. Ubicación

La investigación “INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020”, se encuentra ubicado en el departamento de La Libertad con una altitud de 2680 m.s.n.m.

2.5.2.2. Trabajo de Campo

2.5.2.2.1. Calicatas

La inspección y el análisis del suelo en el tramo Huaylillas - Buldibuyo se realizó mediante la excavación de tres calicatas de 1.00 m x 1.00 m a cielo abierto, con una profundidad de 1.50 m y la distancia entre ellas de km 1+000 uno del otro.

Se extrajeron dos tipos muestra de cada calicata con respecto a la profundidad, la muestra 1 es de 0.00 a 0.30 m de profundidad y la muestra 2 es de 1.50 m de profundidad. Cada una, se colocó en sacos de polipropileno con aproximadamente 90 a 100 kg de material por muestra, haciendo un total de 180 a 200 kg de material por calicata. Este material fue trasladado al laboratorio de suelos, concretos, asfalto y ensayos químicos GEOCONS SRL, en donde se realizaron los estudios y análisis correspondientes.

2.5.2.2.2. Número de Calicatas

Se realizaron 3 calicatas, teniendo en cuenta el manual de bajo Volumen de Tránsito, que indica que hagamos 1 calicata por cada kilómetro.

Tabla 18: *Calicatas elaboradas en la investigación*

Calicata	Kilometraje	Profundidad (m)	
		M1	M2
C-1	Km 6+500	0.30	1.50
C-2	Km 7+500	0.30	1.50
C-3	Km 8+500	0.30	1.50

Fuente: Elaboración Propia, 2020

2.5.3. Ensayos de laboratorio

El proceso de las muestras extraídas de cada calicata dará inicio al determinar su % de **contenido de humedad**, se tomaron tres muestras que fueron puestas en un recipiente para llevarlas al horno por 24 horas. Luego, se realizó el análisis granulométrico. Para ello, se hizo un cuarteo con el material extraído. Esta fue puesta en recipiente para secarlas en el horno a 110°C y luego lavarla por el tamiz n°200. Se tomó 1500 gramos para proceder al tamizado manual. Se agitaron los tamices de manera circular de 3 a 5 minutos, para luego pesar la muestra retenida en el juego de tamices (*ANEXO N°02, Figura N° 34*). Con estos datos se procedió a realizar las curvas granulométricas para cada muestra.

Seguidamente, se realizaron los Límites de Atterberg. Para determinar el **Límite Líquido** de cada una de las muestras. Se tomó una muestra de 250 gramos que pasó por el tamiz N.º40 y se mezcló con agua hasta tener una mezcla homogenizada para llegar a los rangos dados por el MTC en un recipiente, luego estas son puestas en la Copa de Casagrande, donde esta debe estar calibrada. Se procede a suministrar los golpes que sean necesarios para cerrar la ranura en 12.7 mm (1/2”). Cuando esta se cierre se registra la cantidad de golpes y se toma la muestra en la parte central para determinar su contenido de humedad por 24 horas.

Asimismo, en paralelo se determinó el **Límite Plástico**, con el material preparado para el límite líquido se tomó 20 gr aproximadamente, se amasó hasta dejar que pierda humedad y pueda enrollarse sin que pegue en las manos sobre una placa de vidrio, este rollito debe ser de un diámetro de 3.2 mm (1/8 pulg), esta se continuó hasta que empezó a rajarse y desmoronarse para colocarlo en una tara, pesarlo y llevarlo al horno por 24 horas. Se hicieron 2 repeticiones de este ensayo, para calcular un promedio (**ANEXO N° 02, Figura N° 36 y 25**). Estos ensayos se realizaron con el fin de calcular el Índice de Plasticidad, que es el resultado de la diferencia del límite líquido con el límite plástico.

Posteriormente, con estos resultados del Análisis Granulométrico y Límites de Atterberg de cada una de las muestras, se procedió hacer la clasificación de suelos por el método SUCS y AASHTO. Luego, se realizó en el ensayo de Proctor Modificado utilizando los diferentes métodos según corresponda, este consistió en colocar una muestra de suelo con cantidades de agua según criterio, en un molde cilíndrico con las dimensiones establecidas en las normas del método utilizado, en cinco capas. Cada capa fue compactada a 25 golpes de un martillo de 10 lb que se dejó caer a una distancia de 18” (**ANEXO N° 02, Figura N° 37**). Previo a esto, la muestra debe pasar por la malla N°4. Una vez compactada, esta se pesó, y fue extraída una parte del núcleo de la muestra para pesarla y establecer una relación entre el contenido de agua para el suelo y el peso unitario seco. Con estos datos, se hizo la gráfica de la curva de compactación para hallar los valores de la Densidad Máxima seca y el Contenido Óptimo de agua. Estos valores, estos datos nos sirven para realizar el ensayo de CBR.

El ensayo de CBR, la mezcla de la muestra y agua se hizo con los valores de la humedad óptima dados en el Proctor Modificado y que han pasado por la malla N° 4. Luego es

colocada sobre la placa del molde, el disco espaciador con el papel filtro encima, previa a esto se pesa solo el molde con la placa (**ANEXO N° 02, Figura N° 38**). Por consiguiente, se fija el collarín para proceder a compactar mediante 5 capas para 12, 25 y 56 golpes, cada una de las porciones de suelo húmedo, se quita el disco, se voltea y se pesa. A esta se le colocaron las sobrecargas para llevarlas a una poza de agua por debajo de la muestra. Se montó el trípode y se le colocó el dial o llamado también deformímetro digital de tal modo que su punta palpable quede tocando el vástago. Luego se tomó la lectura inicial del dial, asimismo se tomó la lectura cada 24 horas por las 96 horas que tiene que estar sumergida cada molde. Pasado las 96 horas, se retira el molde de la poza, antes se debe tomar la última lectura, se deja drenar 15 minutos y se retiran las sobrecargas. Estas son llevadas a la Prensa de CBR y se colocan nuevamente las sobrecargas para aplicar la carga de la máquina, teniendo a los diales en deformación cero. Se procede a registrar las lecturas de carga acuerdo a las penetraciones especificadas en la norma. Finalmente, se retiró el molde, para extraer el material dentro y sacar del núcleo una cantidad para determinar el contenido de humedad. Los datos fueron luego procesados en tablas para obtener el CBR de cada muestra de suelo que tomó.

Después, de los ensayos de CBR, se procedió a hacer el ensayo de **Compresión no confinada** (**ANEXO N° 02, Figura N° 39**), para hacer este ensayo se hizo el mismo procedimiento del Proctor, es decir la mezcla ya con los valores que se dieron en ese ensayo para cada calicata, estos se hicieron con muestra natural. Asimismo, se dejaron los especímenes 7 días curar envueltas en bolsas plásticas para luego de estos días, llevar a la máquina de deformación y tomar muestra de su núcleo. Estos datos solamente fueron obtenidos para la muestra 1 de todas las calicatas.

Seguidamente, de calcular las muestras 1 y 2 patrón de los ensayos de Proctor Modificado, CBR y Compresión no Confinada, se procedió a realizarse con los aditivos. Para ello se escogió la dosificación de la ficha técnica del aceite sulfonado siendo $0.30 \text{ L/m}^3 + 0.5\%, 2\%, 3.5\%$ y 5% de cemento portland tipo I. Esto se realizó solo para la muestra 1 de todas las calicatas.

En el caso del CBR, se dejó saturar las 96 horas, mientras que en el caso de la Compresión no Confinada se dejaron los especímenes 7 días de curando envueltas en bolsas plásticas para después deformarlo en la Prensa Multiusos. Es así, que se obtuvieron los valores para estos ensayos mecánicos con las dosificaciones dadas de acuerdo a lo establecido en el (MTC E 1103, 2016) que indica “los especímenes compactados puede mantener su temperatura y humedad relativa al 100% en una cámara húmeda o un recipiente cubierto para un almacenamiento de 7 días”. Para este caso se utilizan bolsas plásticas.

2.5.3.1. Contenido de Humedad (MTC E-108/ ASTM D-2216)

Este ensayo es para determinar la cantidad de agua en el suelo existente para lo que se pesa el material húmedo en su estado natural W_w , luego se ingresa al horno durante 24 horas para posteriormente registrar su peso seco W_s .

- **Aparatos**

- ✓ Balanza

- ✓ Horno

- **Expresión de resultados:**

Ecuación 5: Contenido de humedad

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

W es el contenido de humedad expresado en porcentaje (%)

W_w es el peso de agua contenido en el suelo

W_s es el peso del suelo seco.

2.5.3.2. Análisis granulométrico (MTC E-204/ ASTM D-422)

Su propósito es obtener la repartición por tamaño de las partículas presentes en un tipo de suelo. Ofrece un criterio obvio para una clasificación descriptiva. Para este ensayo se hace con la muestra seca W_s , que es 1000 gr, luego se tamiza para poder pesar el material retenido en cada tamiz PRP y se prosigue con los cálculos. Al encontrar el C_u y C_c se podrá determinar si la muestra está bien graduada o no.

De acuerdo a los tamaños de partículas, se tiene los siguientes tipos de materiales (**Tabla 20**)

Tabla 19: Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

Tipo de material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm - 4.75 mm
Arena	Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
	Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
	Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material Fino	Limo 0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla Menor a 0.005 mm

Fuente: Elaboración Propia, 2020

- **Aparatos**

- ✓ Balanza

- ✓ Horno

- ✓ Tamices

- **Expresión de resultados:**

Ecuación 6: *Porcentaje retenido en cada tamiz*

$$\% \text{ Retenido} = \frac{W_{\text{tamiz}}}{W_s} \times 100$$

Donde:

W tamiz: Peso retenido por el tamiz

W_s: Peso de la muestra secada al horno

A través del % Que pasa por las diferentes mallas se obtiene la Curva Granulométrica

Ecuación 7: *Porcentaje acumulado que pasa en cada tamiz*

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \% RA$$

Ecuación 8: *Coeficiente de Uniformidad Cu*

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Ecuación 9: *Coeficiente de Curvatura Cc*

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

2.5.3.3. Límites de Atterberg (MTC E-110,111/ ASTM D-4318)

2.5.3.3.1. Límite Líquido (MTC E110)

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Los Límites de Atterberg son importantes ya que están relacionados con la cantidad de agua que contiene un material y que es capaz de absorber, los cuales están definidos por el Límite Líquido, que es el paso del estado semilíquido al estado plástico medida por la cantidad de agua que contiene un material en el momento que pierde la fluidez, y el límite plástico, que es el paso del estado plástico al estado de semisólida medida por la cantidad de agua que contiene un material en el momento que pierde la plasticidad (se rompe). El número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35. Si la ranura se cierra muy lento, se debe aumentar más cantidad de agua, pero si se cierra muy rápido entonces se aumenta la cantidad de suelo.

- **Aparatos**

- ✓ Tamiz N°40
- ✓ Espátula de hoja flexible
- ✓ Aparato del límite líquido (copa de Casagrande) y Ranurador
- ✓ Balanza
- ✓ Probeta 100ml

- **Expresión de resultados:**

Ecuación 10: Cálculo del Límite Líquido

$$LL = W_N \left(\frac{N}{25} \right)^{\tan \beta}$$

Donde:

L.L. es el Límite Líquido

WN es el contenido de humedad natural

N es el número de golpes

$\tan \beta$ es la pendiente de la línea de flujo

2.5.3.3.2. Límite Plástico e índice de plasticidad (MTC E-111)

Está determinado por el contenido de humedad que corresponde al límite permitido entre el estado de un suelo plástico y semisólido, el material cuyo contenido de humedad es menor al LP es considerado un suelo NP (no plástico). La muestra que se usa es pasada el tamiz N°40, se trata de hacer una masa redonda al suelo, luego sobre una placa de vidrio rodar con los dedos hasta darle forma de bastón y cuando muestre algunas fisuras se mete al horno para encontrar su contenido de humedad. Este ensayo depende mucho del contenido de agua que tenga el material para las arcillas, puede estar muy seca teniendo una consistencia dura como puede tener una gran cantidad de agua, volviéndose un lodo o semilíquido.

- **Aparatos**

- ✓ Espátula
- ✓ Recipiente para Almacenaje, de porcelana
- ✓ Balanza
- ✓ Horno
- ✓ Tamiz N° 40
- ✓ Agua
- ✓ Superficie de vidrio
- ✓ Taras establecidas

- **Expresión de resultados:**

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad.

Ecuación 11: *Cálculo del Limite Plástico*

$$LP = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100 = \frac{P_w}{P_s} \times 100$$

Donde:

LP= Humedad correspondiente al límite plástico en %.

P_h= Peso de los trocitos de filamentos húmedos en gramos.

P_s= Peso de los trocitos de filamentos secos en gramos.

P_w= Peso del agua contenida en los filamentos pesados en gramos.

INDICE DE PLASTICIDAD

El índice de plasticidad representa el porcentaje de humedad que debe tener la arcilla para mantenerse en estado plástico. Estos datos son importantes para la clasificación de los suelos finos empleando la carta de plasticidad de Arthur Casagrande.

Ecuación 12: Cálculo del Índice de Plasticidad

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP es el Índice de plasticidad

LL es el Límite Líquido

LP es el Límite plástico

El suelo en relación a su índice de plasticidad puede clasificarse según la siguiente **Tabla 23**.

Tabla 20: Clasificación de suelo según su Índice de Plasticidad

INDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICAS
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos) MTC, 2014

2.5.4. Clasificación de suelos

En la actualidad los sistemas más utilizados para la clasificación del suelo son el sistema Unified Soil Classification System, conocido como Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS) y el de la American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO).

2.5.4.1. Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS) – (ASTM D2487)

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es el más usado desde el punto de vista de mecánica de suelos, este sistema asigna distintos símbolos para cada uno de los tipos de suelo, ya sean suelos finos o gruesos, orgánicos o inorgánicos. Los principales parámetros que se tomaron en cuenta para realizar esta clasificación fueron: el límite líquido (LL), límite plástico (LP), el índice de plasticidad (IP) y el tamaño de partículas (granulometría), con los cuales se puede describir el comportamiento mecánico del suelo. Para clasificar un suelo en este método se usa la carta de plasticidad en la (*Figura 20*).

Tabla 21: *Prefijos y sufijos para cada tipo de suelo*

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Alta plasticidad	L
Turba	pt	Baja plasticidad	H

Fuente: *Cedeño, 2013*

En función de estos símbolos, pueden establecerse diferentes combinaciones que definen uno y otro tipo de suelo:

Tabla 22: *Combinaciones en función de los prefijos y sufijos del suelo.*

Símbolo	Características Generales	
GW	GRAVAS (>50% en tamiz N° 4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)
GP		Bien graduada
GM		Mal graduada
GC		Componente Limoso
SW	ARENAS (>50% en tamiz N° 4 ASTM)	Con finos (Finos > 12%)
SP		Componente Arcilloso
SM		Limpias (Finos < 5%)
SC		Bien graduada
ML	LIMOS	Mal graduada
MH		Componente Limoso
CL	ARCILLAS	Componente Arcilloso
CH		Baja plasticidad (LL < 50)
OL	SUELOS ORGÁNICOS	Alta plasticidad (LL > 50)
OH		Baja plasticidad (LL < 50)

Fuente: Cedeño, 2013

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupos con el uso de ensayos de laboratorio				Clasificación de Suelos			
				Símbolo de grupo	Nombre de grupo		
Suelos de partículas gruesas más del 50% es retenido en la malla N° 200	Gravas más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	Gravas limpias menos del 5 % pasa la malla N° 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$ $Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GW GP	Grava bien graduada Grava mal graduada		
		Gravas con finos más del 12 % pasa la malla N° 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa		
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa		
		Gravas limpias y con finos entre el 5% y 12% pasa malla N° 200	Cumple con los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo		
			Cumple con los criterios para GW y GC	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla		
			Cumple con los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo		
			Cumple con los criterios para GP y GC	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla		
		Arenas el 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	Arenas limpias menos del 5 % pasa la malla N° 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ $Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SW SP	Arena bien graduada Arena mal graduada	
				Arenas con finos más del 12 % pasa la malla N° 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad		SC	Arena arcillosa	
	Arenas limpias y con finos entre el 5% y 12% pasa malla N° 200		Cumple con los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo		
			Cumple con los criterios para SW y SC	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla		
			Cumple con los criterios para SP y SM	SP - SM	Arena mal graduada con limo		
			Cumple con los criterios para SP y SC	SP - SC	Arena mal graduada con arcilla		
	Suelos de partículas finas el 50% o más pasa la malla N°		Limos y arcillas Limite líquido menor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A" IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad debajo de la línea "A"	CL ML	Arcilla de baja plasticidad Limo de baja plasticidad
		Orgánicos			Límite líquido - secado al horno < 0.75 Limite líquido - no secado	OL	Arcilla orgánica Limo orgánico
				Limos y arcillas Limite líquido mayor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A" IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad debajo de la línea "A"	CH MH
		Orgánicos				Límite líquido - secado al horno < 0.75 Limite líquido - no secado	OH
Suelos altamente orgánicos			Principalmente materia orgánica de color oscuro				

Figura N° 14: Clasificación SUCS (ASTM D-2487)

Fuente: Carranza & Fernández, 2018

- **Suelos gruesos**

Estos suelos se encuentran las gravas (G) y las arenas (S). Si menos de la mitad de la fracción gruesa de un suelo pasa por la malla N° 4, un suelo pertenece al grupo de las gravas; en caso contrario, pertenecerá al grupo de las arenas.

- **Suelos finos**

Los suelos finos son aquellos que pasan al menos el 50% por el tamiz N° 200. Estos vendrían a estar conformados por los limos, arcillas y suelos orgánicos. Estos se dividen a su vez por el límite líquido que posea. Si es menor de 50%, es decir si el suelo es de compresibilidad baja o media, son de baja plasticidad. Si el límite líquido es mayor al 50%, es decir, que el suelo es de compresibilidad alta, son suelos de alta plasticidad.

Clasificación de los suelos finos: La Carta de Plasticidad de Casagrande

Tras un estudio experimental de diferentes muestras de suelos de grano fino, Casagrande consigue ubicarlos en un diagrama que relaciona el límite líquido (LL) con el índice de plasticidad (IP). En este diagrama, conocido como la carta de Casagrande de los suelos cohesivos, destacan dos grandes líneas que actúan a modo de límites (**Figura 16**).

Ecuación 13: *Cálculo de Carta de plasticidad*

$$\text{Línea A: } IP = 0.73 (LL - 20)$$

$$\text{Línea B: } LL = 50$$

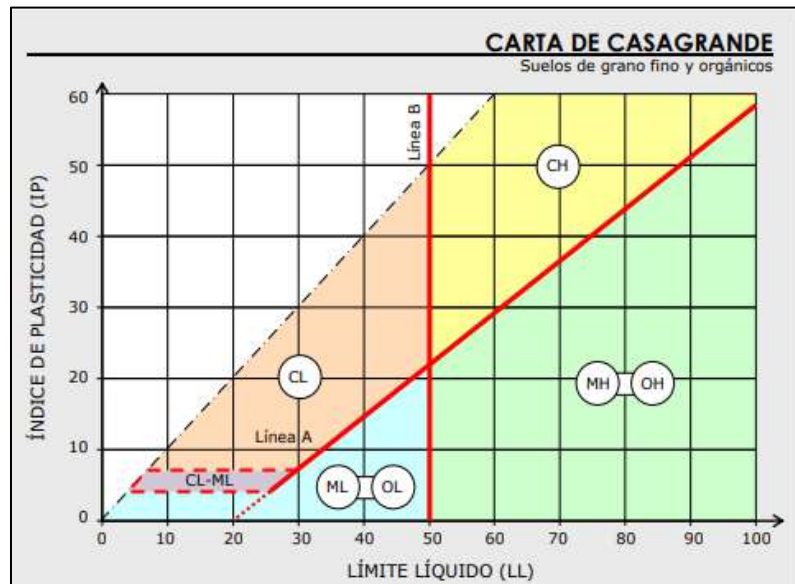


Figura N° 15: Carta de Plasticidad Casagrande

Fuente: Bañón & Beviá, 2000.

2.5.4.2. American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO) – (ASTM D-3282)

El sistema de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (Designación ASTM D-3282; método AASHTO M145) es usado para clasificar materiales a emplearse en caminos. El primer paso es verificar si el suelo es granular o fino, dependiendo del porcentaje que pasa el tamiz N° 200; posteriormente se procede a revisar los tipos de suelos (granular o fino, el que corresponda) desde izquierda a derecha: % que pasa el tamiz N°10, % que pasa el tamiz N°40, % que pasa el tamiz N°200, Límite Líquido e Índice de Plasticidad. Finalmente se realiza el cálculo del índice de grupo, este sistema divide a los suelos en 7 grupos.

Evalúa los suelos dentro de cada grupo, se realiza por medio de un índice de grupo, que es un valor calculado mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 14: *Cálculo del Índice de grupo*

$$IG = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

Donde:

F: porcentaje que pasa por el tamiz N° 200

LL: límite líquido

IP: índice de plasticidad

El índice de grupo se expresa en números enteros positivos, y cuando este salga negativo, se expresará como $IG = 0$

El sistema de clasificación AASHTO se encuentra detallado en la **Tabla 24**

El índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice \geq a 20, un suelo no utilizable para caminos. Según la **Tabla 23**.

Tabla 23: *Clasificación de suelo según su índice de grupo*

Índice de grupo	Suelo de subrasante
$IG > 9$	Muy pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 a 2	Bueno
IG está entre 0 a 1	Muy bueno

Fuente: MTC, 2014.

Tabla 24: *Clasificación del suelo AASHTO M-145*

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos pasa la malla N° 200)							Limos y Arcillas (35% pasa la malla N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5/ A-7-6
Grupos	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Subgrupos	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5/ A-7-6
% que pasa tamiz:											
N° 10	50 máx										
N° 40	30 máx	50 máx	51 Mín								
N° 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Límites de Atterberg											
LL				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
IP	6 máx	6 máx	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
IG	0	0	0	0	0	4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipo de material	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de fundación	Excelente a bueno							Regular a malo			
Datos adicionales:	El índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5 es menor o igual a (LL-30) El índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor a (LL-30)										

Fuente: Carranza & Fernández, 2018

Tabla 25: *Similitudes en la clasificación SUCS y AASHTO*

Clasificación de suelos AASHTO (AASHTO M145)	Clasificación de suelos SUCS (ASTM D2487)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Cubas & Quiroz, 2018

2.5.5. Proctor Modificado (MTC E115/ ASTM D1557)

El ensayo de Proctor es un estudio importante para el control de calidad de la compactación del suelo.

El ensayo consiste en compactar el suelo en un cilindro con un volumen conocido, haciendo variar la humedad para lograr obtener diferentes puntos en el cual se tendrá un punto máximo donde se va a determinar la máxima densidad seca y la humedad. Se tiene que escoger un método de ensayo para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco compactado con una energía de compactación determinada. Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material. Según la gradación de las partículas se utilizó el método A para las muestras 1 y 2 de la C-1 y muestra 2 de la C-2. Asimismo, se utilizó el método B para la muestra 1 de la C-2 y las muestras 1 y 2 de la C-3 por las condiciones que presenta el suelo. Se realizó el procedimiento siguiente para los 2 estratos de las 3 calicatas, tanto para la muestra patrón como también a las muestras con las dosificaciones de 0.30 Lt/m³ de aceite sulfonado y 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento portland tipo I.

Ecuación 15: *Cantidad de adición por dosificación de aceite sulfonado y cemento portland tipo I*

$$\text{Cantidad por dosificación} = \frac{PU \times Q_a}{DSM}$$

Donde:

PU= Peso unitario del molde de proctor modificado

Q_a = Cantidad de aceite sulfonado y cemento portland tipo I por m³

DSM = Densidad seca máxima del proctor en estado natural

Tabla 26: Cantidad de adición de aceite sulfonado y cemento portland tipo I

		Proctor Modificado					
Adicionantes	Dosificación	C-1		C-2		C-3	
		M1	M2	M1	M2	M1	M2
Aceite Sulfonado	0.30 Lt/m3	0.38 ml	0.38 ml	0.36 ml	0.39 ml	0.40 ml	0.38 ml
	0.5%	12.50 gr	12.50 gr	12.50 gr	12.50 gr	12.50 gr	12.50 gr
Cemento Portland tipo I	2%	50.00 gr	50.00 gr	50.00 gr	50.00 gr	50.00 gr	50.00 gr
	3.50%	87.50 gr	87.50 gr	87.50 gr	87.50 gr	87.50 gr	87.50 gr
	5%	125.00 gr	125.00 gr	125.00 gr	125.00 gr	125.00 gr	125.00 gr

Fuente: Elaboración Propia, 2020

• Procedimiento

- ✓ Se preparó la cantidad de la muestra según el método a usar.
- ✓ Se pasó el suelo por el tamiz que corresponda según el método N° 4, 3/8", 3/4".
- ✓ Se preparó el molde y se procedió a llenar el material en 5 capas, realizando golpes de 25 ó 56 según el método A,B,C.
- ✓ Se ensambló el molde, base y collar de extensión revisando el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde.
- ✓ Finalmente se desmoldó y se sacó la muestra de la parte central, esta se ingresó al horno por 24 horas para obtener la humedad óptima y densidad máxima.

METODO "A"

- Molde: 101.6 mm de diámetro (4'')
- Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4.75 mm (N° 4).
- Número de capas: 5.
- Golpes por capa: 25.
- Uso: Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4).
- Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen estos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando el método B o C.

METODO "B"

- Molde: 101.6 mm (4'') de diámetro.
- Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9.5 mm (3/8'').
- Número de Capas: 5.
- Golpes por capa: 25.
- Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y 20% o menos de peso del material es retenido en el tamiz 9.5 mm (3/8'').
- Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando el método C.

METODO "C"

- Molde: 152.4 mm (6'') de diámetro.
- Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19.0 mm (3/4'').
- Número de Capas: 5.

- Golpes por Capa: 56.
- Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9.5 mm (3/8'') y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19.0 mm (3/4'').
- El molde de 152.4 mm (6'') de diámetro no será usado con los métodos A o B.

- **Aparatos**

- ✓ Molde cilíndrico 4 o 6 pulgadas con una altura de 4,584 pulg.
- ✓ Pisón o Martillo, el pisón debe caer libremente a una altura de 18 pulg
- ✓ Balanza
- ✓ Horno de Secado
- ✓ Regla metálica para enrasar y medir
- ✓ Tamices de 3/4" (19,0 mm), 3/8" (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm)
- ✓ Equipo complementario: Espátulas, regla metálica, bandeja, probeta graduada de 1 litro, martillo de goma, badilejo, cucharón, bolsas plásticas, recipientes vacíos.

- **Expresión de resultados:**

Ecuación 16: Densidad Húmeda

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V}$$

Donde:

ρ_m = Densidad húmeda del espécimen compactado (Mg/m³).

M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg).

M_{md} = Masa del molde de compactación (kg).

V = Volumen del molde de compactación (m³).

Ecuación 17: Densidad Seca

$$\rho_d = \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}}$$

Dónde:

pd = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m³).

pm = Densidad húmeda del espécimen compactado (Mg/m³).

W = Contenido de agua (%).

Ecuación 18: Peso Unitario Seco

$$\gamma_d = 62,43 \rho_d \text{ en}$$

$$\gamma_d = 9,807 \rho_d \text{ en } \frac{KN}{m^3}$$

Dónde:

γ_d = Peso unitario seco del espécimen compactado.

pd = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m³).

Tabla 27: Condiciones para ensayo de Proctor Modificado.

Tabla 2.7. Condiciones para ensayo de Proctor Modificado.			
Tipo de Ensayos		Proctor Modificado (MTC E-115/ ASTM D-1557)	
Método	A	B	C
Condiciones para la elección del método	% Ret. Acum. N° 4 ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/4" ≤ 30%
		% Ret. Acum. N° 4 > 20%	% Ret. Acum. 3/8" > 20%
Tipo de material utilizado	Pasante la malla N° 4	Pasante la malla 3/8"	Pasante la malla 3/4"
N° de capas	5	5	5

Fuente: NTP 339.141, 1999.

2.5.6. CBR (California Bearing Ratio) (MTC E-132/ ASTM D-1883)

Este ensayo se ejecuta con el fin de determinar la resistencia del terreno, además sirve para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de la subrasante. El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. Este ensayo puede realizarse tanto en laboratorio como en terreno, aunque este último no es muy practicado.

En la **Figura N° 98** se muestra el formato del CBR de los datos obtenidos en Laboratorio y en la **Figura N° 99** se puede observar el formato de CBR vs densidad seca para poder determinar a un 100% y 95% cuanto de déficit que tiene el suelo a estado natural, después de obtener su esfuerzo de penetración de 0.1” y 0.2” por cada molde de 12, 25 y 56 golpes. Se tomará el resultado de 0.1” de penetración y a un 95% que es el valor de soporte o resistencia al suelo referido a la máxima densidad seca. Se realizó el procedimiento siguiente para los 2 estratos de las 3 calicatas, tanto para la muestra patrón como también a las muestras con las dosificaciones de 0.30 Lt/m³ de aceite sulfonado y 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento portland tipo I.

Ecuación 19: Cantidad de adición por dosificación de aceite sulfonado y cemento portland tipo I

$$\text{Cantidad por dosificación} = \frac{PU \times Q_a}{DSM}$$

Donde:

PU= Peso unitario del molde de CBR

Q_a =Cantidad de aceite sulfonado y cemento portland tipo I por m³

DSM = Densidad seca máxima del proctor en estado natural

Tabla 28: *Cantidad de adición de aceite sulfonado y cemento portland tipo I*

California Bearing Ratio (CBR)							
Adicionantes	Dosificación	C-1		C-2		C-3	
		M1	M2	M1	M2	M1	M2
Aceite Sulfonado	0.30 Lt/m ³	0.76 ml	0.77 ml	0.72 ml	0.78 ml	0.80 ml	0.77 ml
	0.5%	25.00 gr	25.00 gr	25.00 gr	25.00 gr	25.00 gr	25.00 gr
Cemento Portland tipo I	2%	100.00 gr	100.00 gr	100.00 gr	100.00 gr	100.00 gr	100.00 gr
	3.50%	175.00 gr	175.00 gr	175.00 gr	175.00 gr	175.00 gr	175.00 gr
	5%	250.00 gr	250.00 gr	250.00 gr	250.00 gr	250.00 gr	250.00 gr

Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Procedimiento**

- ✓ Se preparó la muestra con el contenido óptimo de humedad determinado en el ensayo de compactación proctor modificado.
- ✓ Se ensamblará los moldes cilíndricos con sus placas de base, collares de extensión, discos espaciadores y papeles filtro
- ✓ Luego se compactó la muestra en los 3 moldes CBR, cada uno de ellos en 5 capas, el primero con 12 golpes, el segundo con 25 golpes y el tercero con 56 golpes por capa.
- ✓ Se determinó la densidad húmeda y el contenido de humedad de las muestras de cada molde.

- ✓ Luego se invirtió las muestras, se colocó la placa de expansión y la sobrecarga. Asimismo, se colocó los moldes debidamente equipados en un recipiente lleno de agua por 96 horas.
- ✓ Se determinó la densidad seca de las muestras de cada molde.

- **Aparatos**

- ✓ Prensa de compresión, molde de metal cilíndrico y una placa de base perforada, disco espaciador de metal, de forma circular, pistón de penetración metálico de sección transversal circular.
- ✓ Aparato medidor de expansión, dial y trípode, dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1"), depósito para la inmersión de los moldes.
- ✓ Misceláneos, Tamices, papel filtro, espátulas, enrasador, pipeta.

- **Expresión de resultados:**

Ecuación 20: *Porcentaje de expansión*

$$E = \frac{L_f - L_0}{H}$$

Dónde:

E = % de expansión

L_f = Lectura final en mm.

L_0 = Lectura inicial en mm.

H = Altura de molde en mm (127 mm o 5 pulg.)

Ecuación 21: *Capacidad de soporte del suelo*

$$CBR = \frac{\sigma_t}{\sigma_p} * 100$$

Dónde:

σ_t = esfuerzo de la muestra ensayada

σ_p = esfuerzo patrón

2.5.7. Compresión no Confinada (MTC E-1103/ ASTM D-2166)

Este ensayo es únicamente para suelos cohesivos, la prueba de compresión no confinada es para rápida obtención de un valor aproximado de resistencia a la compresión de suelos que poseen suficiente cohesión para poder ser ensayados en el estado no confinado.

Resistencia a la compresión no confinada, es la carga por unidad de área a la cual una probeta de suelo, cilíndrica o prismática, falla en el ensayo de compresión simple.

Para el cálculo del esfuerzo, con tres cifras significativas, o con una aproximación de 1 kpa (0.01 kg/cm²) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016). Se realizó el procedimiento siguiente para el primer estrato de las 3 calicatas, tanto para la muestra patrón como también a las muestras con las dosificaciones de 0.30 Lt/m³ de aceite sulfonado y 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento portland tipo I.

Ecuación 22: *Cantidad de adición por dosificación de aceite sulfonado y cemento portland tipo I*

$$\text{Cantidad por dosificación} = \frac{PU \times Q_a}{DSM}$$

Donde:

PU= Peso unitario del molde de compresión no confinada

Q_a = Cantidad de aceite sulfonado y cemento portland tipo I por m³

DSM = Densidad seca máxima del proctor en estado natural

Tabla 29: Cantidad de adición de aceite sulfonado y cemento portland tipo I

Compresión no Confinada							
Adicionantes	Dosificación	C-1		C-2		C-3	
		M1	M2	M1	M2	M1	M2
Aceite Sulfonado	0.30 Lt/m ³	0.30 ml	-	0.29 ml	-	0.32 ml	-
	0.5%	10.00 gr	-	10.00 gr	-	10.00 gr	-
	2%	40.00 gr	-	40.00 gr	-	40.00 gr	-
	3.50%	70.00 gr	-	70.00 gr	-	70.00 gr	-
Cemento Portland tipo I	5%	100.00 gr	-	100.00 gr	-	100.00 gr	-

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Para realizar el ensayo de compresión no confinada se sigue el siguiente procedimiento:

- Procedimiento**

- ✓ Primero se elabora los especímenes los cuales son de sección circular con dimensiones mínimas de 30 mm de diámetro x 60 mm de altura. Elaborándose probetas de 35 de diámetro x 70 mm de altura respetando la relación diámetro: altura de 1:2 tal como indica la ASTM D2166.
- ✓ La mayor partícula contenida en su interior debes ser, como máxima, igual a 1/10 del diámetro o lado, es por ello que se tamiza a través de la malla N°8 (2.36mm) la cual es menor a 3.5 mm cumpliendo con este requisito.
- ✓ Medir las características físicas y de masa del espécimen (peso, altura y diámetro) con una precisión de 0.1 mm mediante un calibrador con nonio o un objeto análogo.
- ✓ Se pesa la muestra.

- ✓ Luego se coloca la probeta en la prensa de modo que quede perfectamente centrada.

Se acciona el dispositivo de avance lo estrictamente necesario para que la probeta toque a la placa superior de la prensa. Se pone en cero el indicador de deformaciones.

- ✓ Se acciona la máquina de carga y se registran lecturas de carga y para los siguientes valores de deformación cuando el deformímetro tenga precisión de 0.01 mm.
- ✓ Para el caso de la deformación controlada, se acciona la prensa de modo que la velocidad de deformación unitaria de la probeta esté comprendida entre ½ % y 2% por minuto.
- ✓ Se toman medidas de las deformaciones y de las cargas cada 30 segundos hasta que las cargas comiencen a disminuir o hasta llegar a una deformación axial del 20 % (lo que antes suceda). Se escogerá una velocidad (normalmente entre 10 a 15 puntos serán suficientes) en que la rotura ocurra en un lapso entre 1 y 10 minutos.

- **Expresión de resultados:**

Ecuación 23: *Deformación Unitaria*

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{LL_0}$$

Dónde:

ε = Deformación unitaria axial para la carga dada.

ΔL = Cambio en longitud de la muestra, igual al cambio entre la lectura inicial y final del indicador de deformación, (mm).

L_0 = Longitud inicial de la muestra, (mm).

Ecuación 24: *Área inicial de compresión no confinada*

$$A_0 = \frac{(At + 2.Am + Ab)}{4}$$

Dónde:

A_0 = Área inicial promedio la probeta.

At = Área en la parte superior de la probeta.

Am = Área en la parte media de la probeta.

Ab = Área en la parte inferior de la probeta.

Ecuación 25: *Sección transversal de compresión no confinada*

$$A = \frac{A_0}{(1 - \varepsilon)}$$

Dónde:

A = Sección transversal promedio

A_0 = Área inicial promedio la probeta.

ε = Deformación unitaria axial para la carga dada.

Ecuación 26: *Esfuerzo a compresión no Confinada*

$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$

Dónde:

σ_c = Esfuerzo a compresión no confinada.

A_0 = Carga aplicada.

ε = Sección transversal promedio.

En la siguiente **Tabla 30** se muestra la calificación del suelo de acuerdo con los ensayos realizados por la prensa, de acuerdo a los datos obtenidos se clasifica este ensayo.

Tabla 30: *Clasificación de la consistencia del suelo*

Consistencia del suelo	Resistencia a la Compresión no Confinada	
	kg/cm ²	(kpa)
Muy blanda	<0.25	(<25)
Blanda	0.25 - 0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50 - 1.00	(50 - 100)
Firme	1.00 - 2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00 - 4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(>400)

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.

CAPITULO III: RESULTADOS

3.1. Ensayos de laboratorio

3.1.1. Granulometría, clasificación SUCS y AASHTO

Tabla 31: Cuadro resumen del ensayo de granulometría y clasificación SUCS y AASHTO

N°	CALI- CATA	MUES- TRA	PROFUN- DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	GRANULOMETRÍA			CLASIFICACIÓN	
					%G	%A	%F	SUCS	AASHTO
1	C-1	M1	0.3	6+500	13.5	58.7	27.9	SC	A-2-4 (0)
		M2	1.5	6+500	9.6	46.1	44.3	SC	A-4 (2)
2	C-2	M1	0.3	7+500	33.1	52.7	14.2	SC	A-2-4 (0)
		M2	1.5	7+500	2.1	51.5	46.4	SM	A-4 (3)
3	C-3	M1	0.3	8+500	29.5	49.5	21.0	SM	A-2-4 (0)
		M2	1.5	8+500	31.5	50.6	18.0	SC	A-2-6 (0)

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.1.2. Límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP)

Tabla 32: Cuadro resumen de los resultados del ensayo de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

N°	CALI- CATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	LL	LP	IP
					%	%	%
1	C-1	M1	0.3	6+500	25.79	15.72	10.07
		M2	1.5	6+500	22.96	15.50	7.46
2	C-2	M1	0.3	7+500	25.53	16.54	8.99
		M2	1.5	7+500	25.39	15.46	9.93
3	C-3	M1	0.3	8+500	34.92	24.43	10.49
		M2	1.5	8+500	30.67	15.62	15.05

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.1.3. Contenido de humedad

Tabla 33: Cuadro resumen del ensayo de contenido humedad

N°	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	W (%)
1	C-1	M1	0.3	6+500	9.8
		M2	1.5	6+500	8.8
2	C-2	M1	0.3	7+500	7.7
		M2	1.5	7+500	7.2
3	C-3	M1	0.3	8+500	14.2
		M2	1.5	8+500	7.8

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.1.4. Proctor modificado

- Muestra en estado natural

Tabla 34: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra patrón

N°	CALI- CATA	MUES- TRA	PROFUNDIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	MÀX. DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	ÒPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
1	C-1	M1	0.3	6+500	1.975	9.10
		M2	1.5	6+500	1.957	9.34
2	C-2	M1	0.3	7+500	2.056	7.73
		M2	1.5	7+500	1.916	11.41
3	C-3	M1	0.3	8+500	1.881	10.65
		M2	1.5	8+500	1.952	10.01

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- **Muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 0.5% de cemento**

Tabla 35: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 0.5% de cemento

Nº	CALIC-ATA	MUESTRA	PROFUN-DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	MÁX. DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
1	C-1	M1	0.3	6+500	2.008	8.63
		M2	1.5	6+500	1.978	7.69
2	C-2	M1	0.3	7+500	2.063	6.00
		M2	1.5	7+500	1.921	10.31
3	C-3	M1	0.3	8+500	1.903	9.52
		M2	1.5	8+500	1.961	8.98

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- **Muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 2% de cemento**

Tabla 36: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 2% de cemento

Nº	CALI-CATA	MUESTRA	PROFUN-DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	MÀX. DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	ÒPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
1	C-1	M1	0.3	6+500	2.029	5.88
		M2	1.5	6+500	1.982	7.87
2	C-2	M1	0.3	7+500	2.074	5.27
		M2	1.5	7+500	1.943	10.42
3	C-3	M1	0.3	8+500	1.929	9.67
		M2	1.5	8+500	2.007	9.26

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- **Muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 3.5% de cemento**

Tabla 37: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 3.5% de cemento.

Nº	CALI- CATA	MUESTRA	PROFUN- DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	MÀX. DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	ÒPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
1	C-1	M1	0.3	6+500	2.036	5.42
		M2	1.5	6+500	1.996	6.07
2	C-2	M1	0.3	7+500	2.080	5.48
		M2	1.5	7+500	1.976	9.35
3	C-3	M1	0.3	8+500	1.952	8.35
		M2	1.5	8+500	2.013	8.15

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- **Muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 5% de cemento**

Tabla 38: Cuadro resumen del ensayo de Proctor modificado de la muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 5% de cemento.

Nº	CALI- CATA	MUESTRA	PROFUN- DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	MÀX. DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	ÒPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
1	C-1	M1	0.3	6+500	2.047	6.33
		M2	1.5	6+500	2.000	4.76
2	C-2	M1	0.3	7+500	2.099	4.34
		M2	1.5	7+500	2.002	7.79
3	C-3	M1	0.3	8+500	1.985	7.02
		M2	1.5	8+500	2.019	7.38

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.1.5.- Ensayos de CBR

- **Muestra en estado natural**

Tabla 39: Cuadro resumen del ensayo de CBR del suelo en estado natural

CALI- CATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	CBR al 100% M.D.S	CBR al 100% M.D.S	CBR al 95% M.D.S	CBR al 95% M.D.S
				(0.1")	(0.2")	(0.1")	(0.2")
C-1	M1	0.3	6+500	21.8	28.9	18.6	24.7
	M2	1.5	6+500	8.2	10.1	7.4	9.4
C-2	M1	0.3	7+500	19.6	27.3	9.6	13.2
	M2	1.5	7+500	7.5	9.3	5.8	7.1
C-3	M1	0.3	8+500	20.2	24.8	18.2	21.5
	M2	1.5	8+500	9.4	11.8	6.9	9.1

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- **Muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 0.5% de cemento**

Tabla 40: Cuadro resumen del ensayo de CBR, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 0.5% de cemento.

CALI- CATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	CBR al 100% M.D.S	CBR al 100% M.D.S	CBR al 95% M.D.S	CBR al 95% M.D.S
				(0.1")	(0.2")	(0.1")	(0.2")
C-1	M1	0.3	6+500	28.1	30.2	20.9	25.4
	M2	1.5	6+500	21.5	26.5	15.2	21.5
C-2	M1	0.3	7+500	24.6	32.0	19.6	27.4
	M2	1.5	7+500	16.4	20.8	12.1	15.5
C-3	M1	0.3	8+500	28.0	32.0	21.9	25.9
	M2	1.5	8+500	16.7	23.9	13.3	18.9

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- **Muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 2% de cemento**

Tabla 41: Cuadro resumen del ensayo de CBR, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 2% de cemento.

CALI- CATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	CBR al 100% M.D.S (0.1")	CBR al 100% M.D.S (0.2")	CBR al 95% M.D.S (0.1")	CBR al 95% M.D.S (0.2")
C-1	M1	0.3	6+500	35.4	36.1	24.3	27.3
	M2	1.5	6+500	34.2	39.3	29.8	34.8
C-2	M1	0.3	7+500	44.7	50.0	37.8	44.9
	M2	1.5	7+500	31.8	38.4	24.9	30.5
C-3	M1	0.3	8+500	52.5	57.4	45.6	51.6
	M2	1.5	8+500	38.9	42.6	30.1	34.9

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- **Muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 3.5% de cemento**

Tabla 42: Cuadro resumen del ensayo de CBR, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 3.5% de cemento.

CALI- CATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	CBR al 100% M.D.S (0.1")	CBR al 100% M.D.S (0.2")	CBR al 95% M.D.S (0.1")	CBR al 95% M.D.S (0.2")
C-1	M1	0.3	6+500	72.2	94.6	57.5	77.5
	M2	1.5	6+500	55.7	63.2	49.4	57.1
C-2	M1	0.3	7+500	69.1	96.4	62.6	85.6
	M2	1.5	7+500	55.8	65.7	47.6	57.9
C-3	M1	0.3	8+500	64.9	78.4	53.1	65.9
	M2	1.5	8+500	57.7	74.9	45.2	54.5

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- **Muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 5% de cemento**

Tabla 43: Cuadro resumen del ensayo de CBR, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 5% de cemento.

CALI- CATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	CBR al 100% M.D.S (0.1")	CBR al 100% M.D.S (0.2")	CBR al 95% M.D.S (0.1")	CBR al 95% M.D.S (0.2")
C-1	M1	0.3	6+500	100.2	128.7	85.9	116.1
	M2	1.5	6+500	76.4	105.2	65.2	92.7
C-2	M1	0.3	7+500	91.2	120.2	81.7	108.8
	M2	1.5	7+500	86.7	121.3	74.0	98.7
C-3	M1	0.3	8+500	94.4	122.6	83.8	110.5
	M2	1.5	8+500	94.5	125.9	78.1	103.8

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.1.6.- Ensayos de compresión no confinada

- **Muestras no saturadas**

Tabla 44: Cuadro resumen del ensayo de CNC, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 0.5% de cemento.

N°	CALI- CATA	MUESTRA	PROFUN- DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	RESISTENCIA (kg/cm ²)			RESISTENCIA MEDIA
					1	2	3	(kg/cm ²)
1	C-1	M1	0.3	6+500	16.24	17.67	17.35	17.09
2	C-2	M1	0.3	7+500	13.91	14.02	14.59	14.17
3	C-3	M1	0.3	8+500	14.53	14.66	14.13	14.44

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Tabla 45: Cuadro resumen del ensayo de CNC, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 2% de cemento.

N°	CALI-CATA	MUESTRA	PROFUN-DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	RESISTENCIA (kg/cm ²)			RESISTENCIA MEDIA (kg/cm ²)
					1	2	3	
1	C-1	M1	0.3	6+500	19	19.33	19.76	19.37
2	C-2	M1	0.3	7+500	16.72	17.09	17.27	17.03
3	C-3	M1	0.3	8+500	17.49	17.69	17.03	17.4

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Tabla 46: Cuadro resumen del ensayo de CNC, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 3.5% de cemento.

N°	CALI-CATA	MUESTRA	PROFUN-DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	RESISTENCIA (kg/cm ²)			RESISTENCIA MEDIA (kg/cm ²)
					1	2	3	
1	C-1	M1	0.3	6+500	22.05	21.89	22.14	22.03
2	C-2	M1	0.3	7+500	24.04	24.2	24.07	24.1
3	C-3	M1	0.3	8+500	20.21	20.76	20.17	20.38

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Tabla 47: Cuadro resumen del ensayo de CNC, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 5% de cemento.

N°	CALI-CATA	MUESTRA	PROFUN-DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	RESISTENCIA (kg/cm ²)			RESISTENCIA MEDIA (kg/cm ²)
					1	2	3	
1	C-1	M1	0.3	6+500	25.55	25.5	24.27	25.11
2	C-2	M1	0.3	7+500	30.66	30.43	30.04	30.38
3	C-3	M1	0.3	8+500	25.51	22.26	26.12	24.63

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- **Muestras saturadas**

Tabla 48: Cuadro resumen del ensayo de CNC en estado saturado, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 0.5% de cemento.

N°	CALI-CATA	MUESTRA	PROFUN-DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	RESISTENCIA (kg/cm ²)			RESISTENCIA MEDIA (kg/cm ²)
					1	2	3	
1	C-1	M1	0.3	6+500	17	16.12	17.69	16.94
2	C-2	M1	0.3	7+500	13.51	14.25	13.54	13.77
3	C-3	M1	0.3	8+500	13.85	13.74	13.69	13.76

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Tabla 49: Cuadro resumen del ensayo de CNC en estado saturado, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 2% de cemento.

N°	CALI-CATA	MUESTRA	PROFUN-DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	RESISTENCIA (kg/cm ²)			RESISTENCIA MEDIA (kg/cm ²)
					1	2	3	
1	C-1	M1	0.3	6+500	18.53	18.65	18.52	18.57
2	C-2	M1	0.3	7+500	16.72	16.19	16.03	16.31
3	C-3	M1	0.3	8+500	16.95	15.56	17.89	16.8

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Tabla 50: Cuadro resumen del ensayo de CNC en estado saturado, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 3.5% de cemento.

N°	CALI-CATA	MUESTRA	PROFUN-DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	RESISTENCIA (kg/cm ²)			RESISTENCIA MEDIA (kg/cm ²)
					1	2	3	
1	C-1	M1	0.3	6+500	21.52	21.23	21.52	21.43
2	C-2	M1	0.3	7+500	23.11	23.43	23.36	23.3
3	C-3	M1	0.3	8+500	19.5	19.33	19.2	19.34

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Tabla 51: Cuadro resumen del ensayo de CNC en estado saturado, muestra con 0.30 Lts/m³ de aditivo + 5% de cemento.

N°	CALI- CATA	MUESTRA	PROFUN- DIDAD (m)	PROGRESIVA (Km)	RESISTENCIA (kg/cm ²)			RESISTENCIA MEDIA (kg/cm ²)
					1	2	3	
1	C-1	M1	0.3	6+500	23.94	24.31	24.26	24.17
2	C-2	M1	0.3	7+500	29.41	29.01	30.05	29.49
3	C-3	M1	0.3	8+500	24.76	21.59	24.21	23.52

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.2. Diseño de carretera

3.2.1. Determinación del número de repeticiones de Ejes Equivalentes

Luego de la información recogida del conteo vehicular, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía por día.

Para el análisis de la composición vehicular, éstos se clasifican en vehículos ligeros (autos, camionetas) y vehículos pesados (ómnibus, camiones de 2 ejes, 3 ejes y otros).

Tabla 52: Producto Bruto Interno de La Libertad 2009 - 2019

Año	Valor Agregado Bruto	Variación porcentual del Índice de Volumen Físico
2009	15716171	-
2010	16624855	5.8
2011	17378414	4.5
2012	18712792	7.7
2013	19532083	4.4
2014	19821258	1.5
2015	20274733	2.3
2016	20448345	0.9
2017	20797558	1.7
2018	21901212	5.3
2019	22665016	3.5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019

A partir de los datos anteriores se calcula la tasa de crecimiento del PBI:

Tabla 53: *Indicador macroeconómico*

REGIÓN	PBI DEPARTAMENTAL PROMEDIO 2009 - 2019
La Libertad	3.7%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019

3.2.1.1. Resultados del conteo vehicular

Luego de la información recogida en el conteo vehicular se obtuvieron los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía, por día, tipo de vehículo y sentido, el resumen se muestra en el **ANEXO 5**.

Tabla 54: *Tabla resumen del conteo vehicular*

VEHÍCULO	IMDa
AUTOMOVIL	8
CAMIONETA	24
CAMIONETA RURAL	23
MICROBUS	-
OMNIBUS 2 E	-
OMNIBUS 3 E	-
CAMION 2E	22
CAMION 3 E	12
CAMION 4 E	-
SEMI TRAYLERS	3
TRAYLERS	-
Total IMDa	92

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.2.1.2. Cálculo del EAL de diseño

Tabla 55: *Cálculo de Ejes Equivalentes por día*

Vehículo	IMDa	Fd	Fc	Fvp	Fp	EE día - carril
OMNIBUS 2 E	3	1.0	1.0	3.477	1.0	10.43
CAMION 2E	22	1.0	1.0	3.477	1.0	76.49
CAMION 3 E	12	1.0	1.0	2.526	1.0	30.31
CAMION 4 E	1	1.0	1.0	2.773	1.0	2.77
SEMI TRAYLERS	3	1.0	1.0	3.787	1.0	11.36
TOTAL	41					131.37

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- Cálculo del Factor de Crecimiento acumulado:

Ecuación 27: *Factor de Crecimiento acumulado*

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$$Fca = \frac{(1 + 3.70\%)^{10} - 1}{3.70\%}$$

$$Fca = 11.840$$

- Cálculo del EAL:

Tabla 56: *Cálculo del EAL de diseño en el periodo de diseño (10 años)*

Vehículo	EE día - carril	Fca	Año (días)	Nrep $EE_{8.2tn}$
OMNIBUS 2 E	10.43	11.840	365	45078.61
CAMION 2E	76.49	11.840	365	330576.47
CAMION 3 E	30.31	11.840	365	130996.34
CAMION 4 E	2.77	11.840	365	11983.80
SEMI TRAYLERS	11.36	11.840	365	49097.70
TOTAL	131.37			567,732.91

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- Tipo de tráfico: Tp4. Se asume un EAL de diseño = 5.67×10^5 EE

3.2.2. Cálculo del espesor (e):

- **Cálculo del espesor del pavimento sin mejorar la subrasante**

Para el cálculo del espesor del pavimento se calcula de acuerdo con el método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS) **Ecuación 4**. Según los datos obtenidos para resolver la ecuación se obtuvo CBR de la subrasante 6.7% y numero de repeticiones de Ejes Equivalentes 5.67×10^5 .

Ecuación 28: *Cálculo del espesor del pavimento sin mejorar la Subrasante*

$$e = [219 - 211(\log_{10}(6.7)) + 58 (\log(6.7))^2] \log \left(\frac{(5.6 \times 10^5)}{120} \right)$$

$$e = 301.69 \text{ mm} \Rightarrow 30 \text{ cm}$$

- **Cálculo del espesor del pavimento con la subrasante mejorada**

Al mejorar la subrasante con 0.30 Lts/m³ de aceite sulfonado + 0.5% de cemento alcanzamos un CBR al 95% de 14% y el espesor total con la subrasante mejorada seria:

Ecuación 29: *Cálculo del espesor del pavimento con la subrasante mejorada*

$$e = [219 - 211(\log_{10}(14)) + 58 (\log(14))^2] \log \left(\frac{(5.6 \times 10^5)}{120} \right)$$

$$e = 177.08 \text{ mm} \Rightarrow 18 \text{ cm}$$

3.3. Prueba de hipótesis

3.3.1. Prueba de Normalidad

Tabla 57: *Prueba de Normalidad - Shapiro – Wilk*

	PORCENTAJES DE CEMENTO	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESULTADO DE CBR	0.0	0.261	12	0.024	0.855	12	0.042
	0.5	0.181	12	0.200	0.904	12	0.177
	2.0	0.256	12	0.029	0.904	12	0.179
	3.5	0.173	12	0.200	0.912	12	0.228
	5.0	0.127	12	0.200	0.961	12	0.801

Fuente: Salida del software SPSS, 2020.

3.3.2. Análisis de varianza

Tabla 58: *Prueba de homogeneidad de varianzas*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESULTADO DE CBR	Se basa en la media	3.027	4	55	0.025
	Se basa en la mediana	2.682	4	55	0.041
	Se basa en la mediana y en el gl ajustado	2.682	4	32.812	0.049
	Se basa en la media recortada	2.956	4	55	0.028

Fuente: Salida del software SPSS, 2020.

Tabla 59: *Resultado del Análisis de Varianza*

	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	54461.642	4	13615.411	73.996	0.000
Dentro de grupos	10120.114	55	184.002		
Total	64581.757	59			

Fuente: Salida del software SPSS, 2020.

3.3.3. Prueba Tukey

Tabla 60: Resultados de la prueba de Tukey

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	0.5	-6.9250	5.537	0.722	-22.54	8.69
	2.0	-22.7333	5.537	0.001	-38.35	-7.11
	3.5	-49.9167	5.537	0.000	-65.53	-34.29
	5.0	-81.7917	5.537	0.000	-95.41	-66.17
0.5	0.0	6.9250	5.537	0.722	-8.69	22.54
	2.0	-15.8083	5.537	0.046	-31.42	-0.19
	3.5	-42.9917	5.537	0.000	-58.61	-27.37
	5.0	-74.8667	5.537	0.000	-90.48	-59.24
2.0	0.0	22.7333	5.537	0.001	7.11	38.35
	0.5	15.8083	5.537	0.046	0.19	31.43
	3.5	-27.1833	5.537	0.000	-42.8	-11.56
	5.0	-59.0583	5.537	0.000	-74.67	-43.44
3.5	0.0	49.9167	5.537	0.000	34.29	65.54
	0.5	42.9917	5.537	0.000	27.37	58.61
	2.0	27.1833	5.537	0.000	11.56	42.8
	5.0	-31.8750	5.537	0.000	-47.49	-16.26
5.0	0.0	81.8750	5.537	0.000	66.17	97.41
	0.5	74.8667	5.537	0.000	59.24	90.48
	2.0	59.0583	5.537	0.000	43.44	74.68
	3.5	31.8750	5.537	0.000	16.26	47.49

Fuente: Salida del software SPSS, 2020.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Granulometría, clasificación AASHTO y SUCS

En el análisis granulométrico realizado a las 6 muestras se observa que se encuentra mayormente en la clasificación A-2-4, por el método AASHTO, lo cual indica que el suelo es una arena arcillosa, además se obtuvo suelos de tipo SC y SM lo cual nos indica arenas arcillosas con grava.

En la clasificación AASHTO se incluye el índice de grupo el cual indica el tipo de suelo, en nuestro caso se encuentra un suelo muy bueno ya que el índice de grupo es menor a 3.

4.1.2. Limite Líquido (LL), Limite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP)

En la siguiente figura se muestra el grafico con los valores del índice de plasticidad, dando un rango de $7 < IP < 20$ lo que indica que nuestro material tiene plasticidad media siendo un suelo arcilloso.

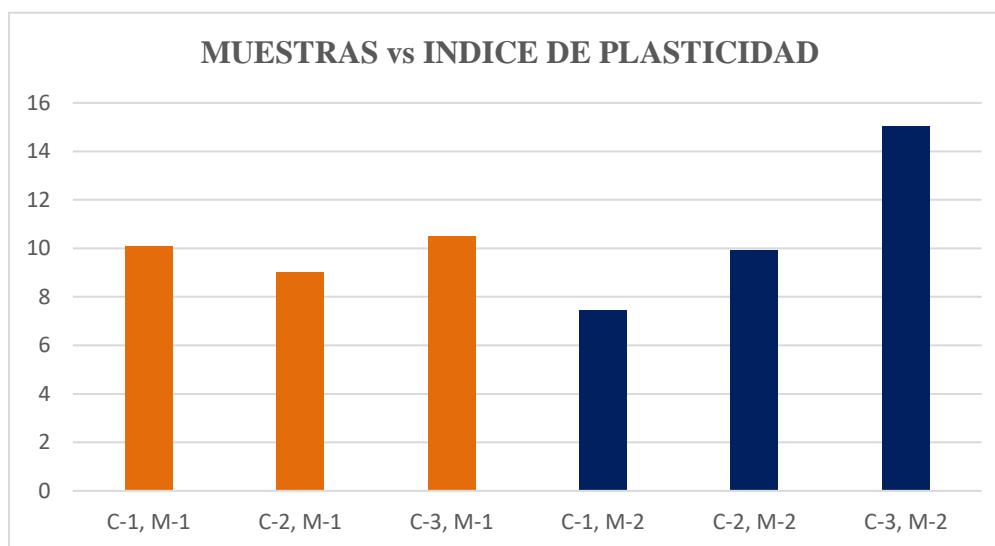


Figura N° 16: *Análisis de resultados del Índice de Plasticidad*

Fuente: Base de datos, 2020.

4.1.3. Contenido de Humedad

En la **Figura N° 17** Se muestra el cuadro resumen con los porcentajes promedios del contenido de humedad del suelo. Es importante obtener estos valores ya que es comparada con la humedad óptima que se obtiene de los ensayos de Proctor modificado. Si la humedad natural resulta menor mayor que la humedad optima se tiene que proponer alternativas como airear el suelo o aumentar la energía de compactación y realizar una diferencia entre las dos humedades para utilizar la más adecuada en campo.

En la presente investigación se determinó la humedad de las 6 muestras realizadas; 3 en la parte superior a 0.30 cm de la vía y 3 a 1.50m y se obtuvo como contenido de humedad mínimo de 7.2% en la C-2 de la muestra realizada a 1.50m de profundidad, además se obtuvo una humedad máxima de 14.2% en la calicata C-3 realizada en la parte superior de la vía, esto sucede porque en ese tramo donde se realizó la calicata existe un canal de regadío que pasa por el costado de la carretera y esto genera filtraciones aumentando la humedad.

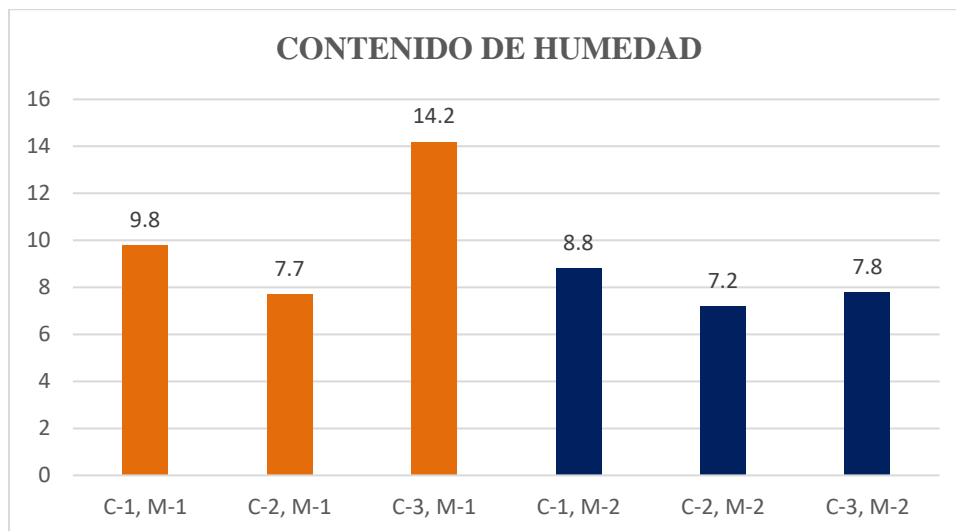


Figura N° 17: *Análisis del contenido de Humedad*

Fuente: Base de datos, 2020.

4.1.4. Proctor Modificado

En la **Figura N° 18** se muestra los resultados de las máximas densidades secas encontradas en las 3 calicatas, esto es necesario para encontrar la optimo contenido de humedad como se muestra en la **Figura N° 20** y así mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo al momento de compactar.

Se obtuvo un valor mínimo de la máxima densidad seca de 1.881 g/cm³ y un máximo de 2.099 g/cm³.

- **Máxima densidad seca**

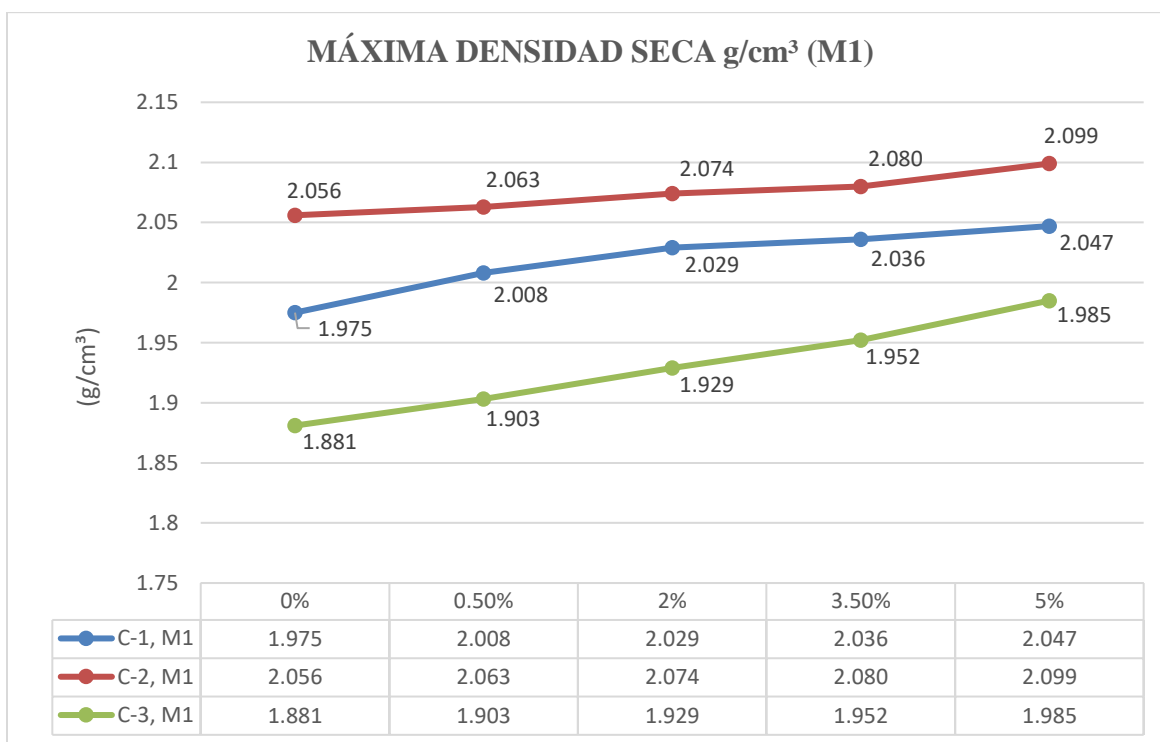


Figura N° 18: Gráfico comparativo de las máximas densidades secas (g/cm³) de la parte superficial de la carretera, muestra (M1).

Fuente: Base de datos, 2020.

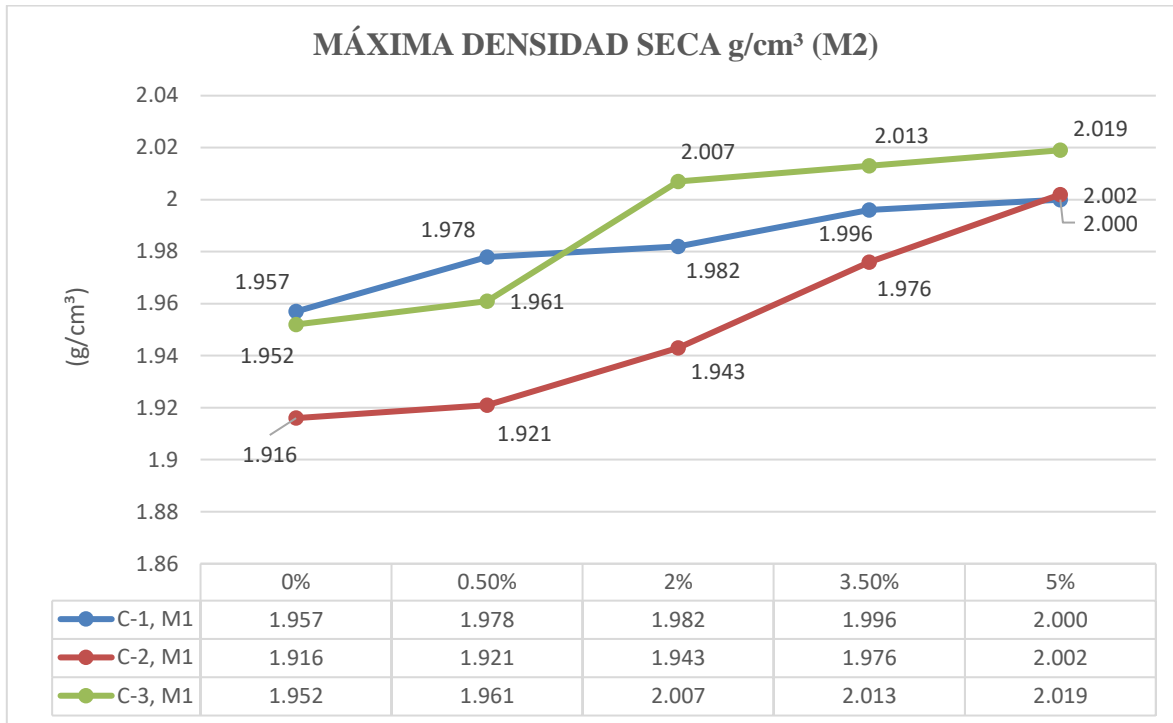


Figura N° 19: Gráfico comparativo de las máximas densidades secas (g/cm^3) de la parte inferior de la carretera, muestra (M2).

Fuente: Base de datos, 2020.

Con respecto al contenido óptimo de humedad se obtuvo valores que están entre 4.34% a 10.65% para la muestra M1 obtenida de la parte superficial de la carretera y 4.76% a 11.41% de la muestra M2 obtenida a 1.50m para el estudio de la subrasante de la carretera. Estos datos serán utilizados al realizar el ensayo de CBR ya que al momento de la compactación se busca conseguir el peso específico calculado con el porcentaje de agua encontrado.

- **Óptimo contenido de humedad**

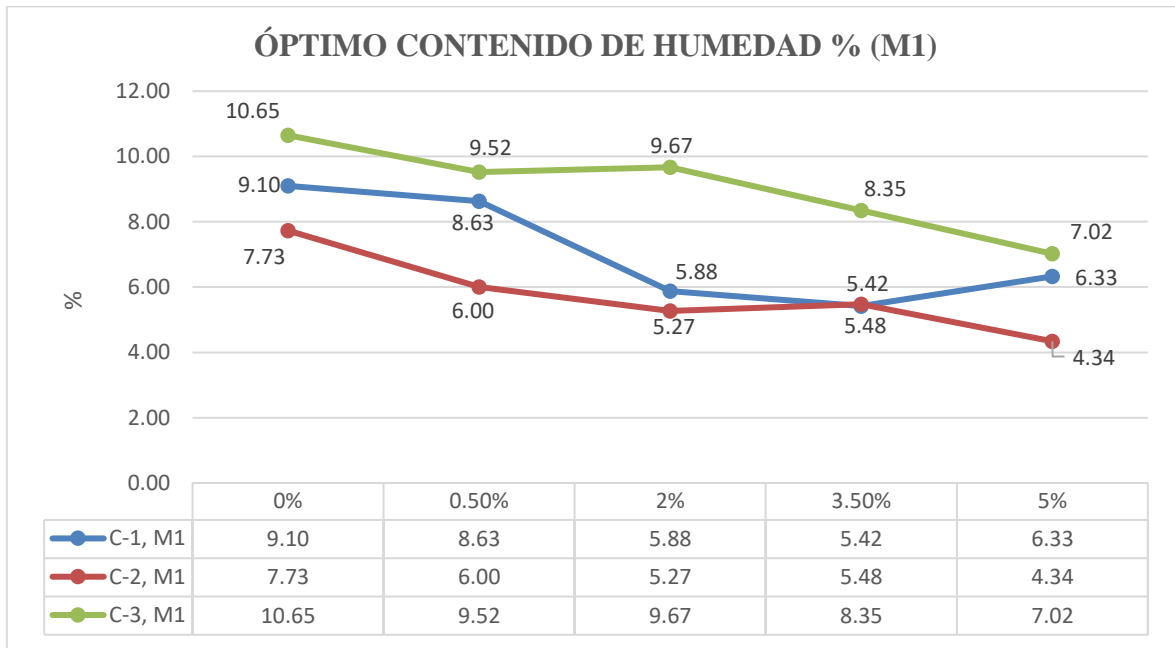


Figura N° 20: *Gráfico comparativo del óptimo contenido de humedad (%) de la parte superficial de la carretera, muestra (M1).*

Fuente: Base de datos, 2020.

Al comparar las gráficas también se puede observar que a mayor porcentaje de cemento el contenido de humedad disminuye ya que, al agregar agua al suelo durante la compactación, esta actúa como un agente ablandador de las partículas de suelo que hace que se reacomoden a una posición de empaque más denso hasta cierto punto, al seguir añadiendo agua la densidad empieza a decrecer.

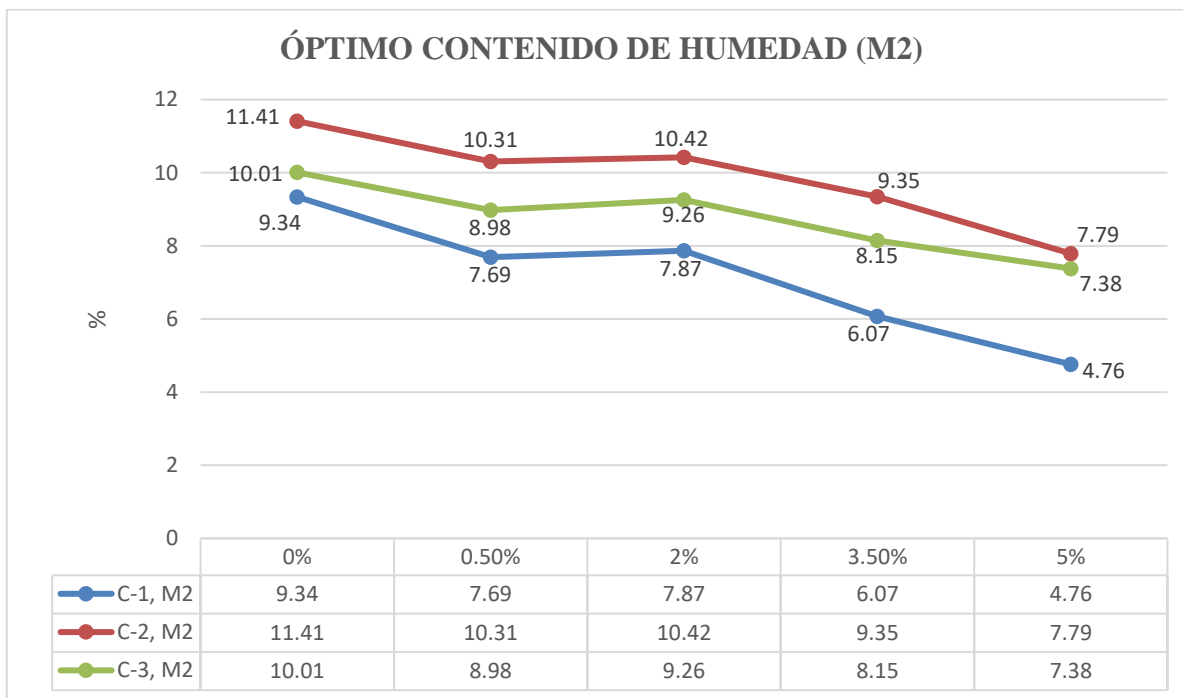


Figura N° 21: *Gráfico comparativo del óptimo contenido de humedad (%) de la parte inferior de la carretera, muestra (M2).*

Fuente: Base de datos, 2020.

4.1.5. Ensayo de CBR

Los siguientes CBR de la **Figura N° 22** se han realizado con la muestra extraída de la capa superficial de la carretera con la intención de reutilizar dicho material que a lo largo del tiempo se ha venido mejorando, para una muestra en estado natural se obtuvo un valor mínimo de 19.6% y con la adición de 5% de cemento + 0.30Lts/m³ de aceite sulfonado se obtuvo un valor máximo de 100.2% cumpliendo con lo exigido en la norma EG del MTC para ser parte de una base estabilizada. Existen diferentes CBRs utilizando el mismo porcentaje de aditivos químicos, esto quiere decir que existen diferentes tipos de suelos y cada tramo tiene que ser estudiado para luego homogenizarlo para así llegar al CBR exigido por la norma al momento de aplicarlo en campo.

- **Capa de rodadura CBRs al 100% 1" y 2"**

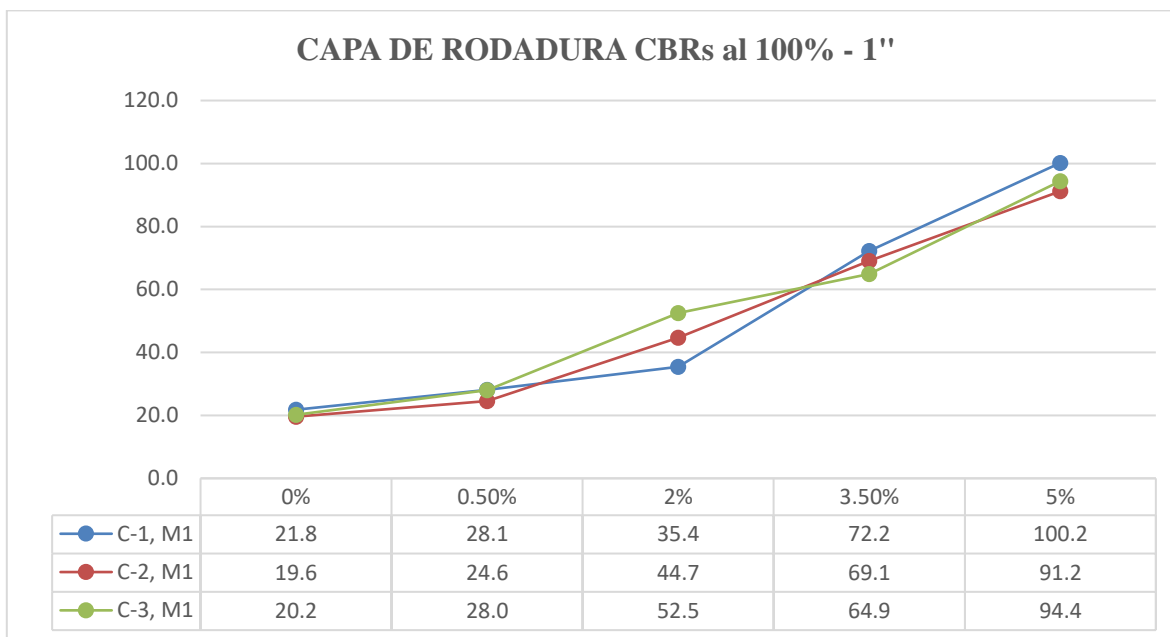


Figura N° 22: *Gráfico comparativo de los CBRs al 100% de la muestra que servirá como capa de rodadura a 1".*

Fuente: Base de datos, 2020.

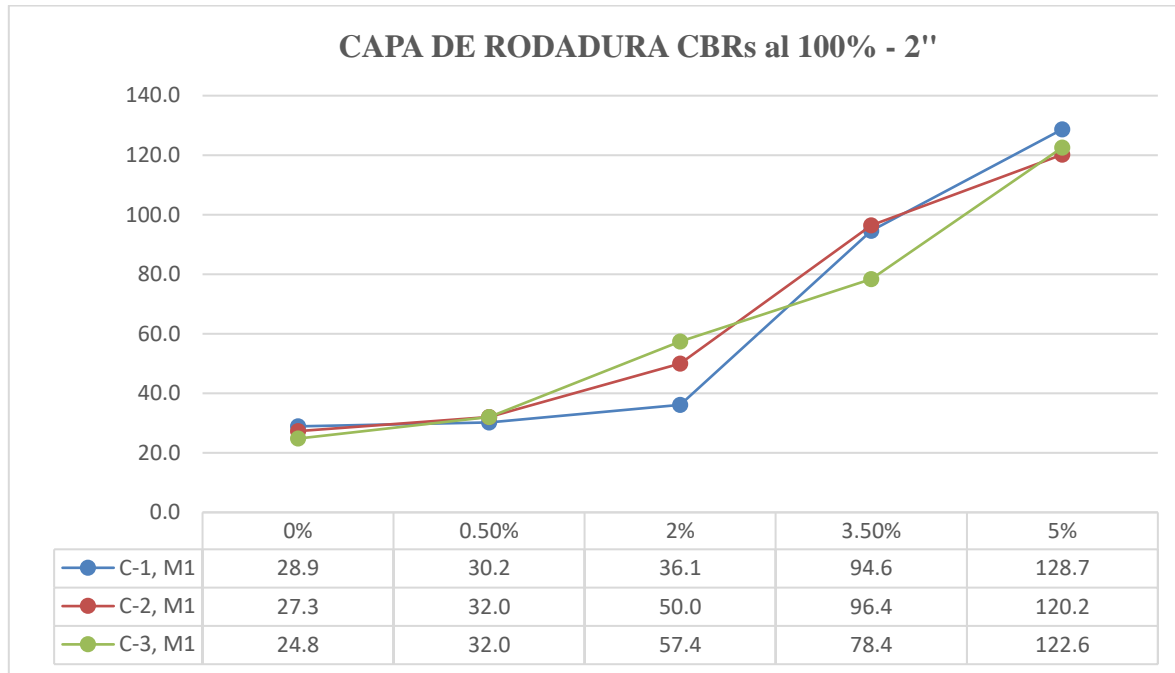


Figura N° 23: Gráfico comparativo de los CBRs al 100% de la muestra que servirá como capa de rodadura a 2".

Fuente: Base de datos, 2020.

Con la finalidad de examinar la subrasante de la vía, se realizaron al igual que la parte superficial, ensayos de CBR utilizando diferentes porcentajes de cemento combinado con 0.30 Lts/m³ de aceite sulfonado, en la Figura N° 24 y 25 se observan los CBRs al 1" y 2" obteniendo como valor mínimo a la muestra en estado natural con un valor de 5.8% siendo un CBR de tipo inadecuado para soportar la carga de un pavimento, por otra parte con 5% de cemento y 0.30Lts/m³ de aceite sulfonado se obtuvo un valor máximo de 78.1% en la C-3 apto para utilizarlo como una base estabilizada en una trocha como indica el manual (suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC).

• Subrasante CBRs al 95% 1" y 2"

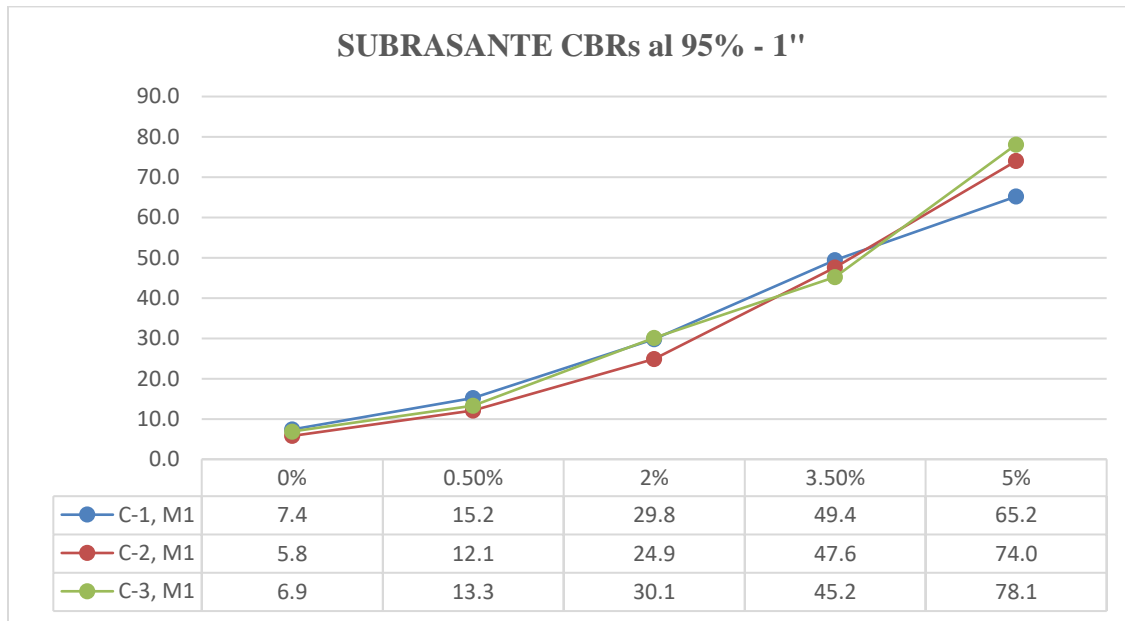


Figura N° 24: Gráfico comparativo de los CBRs al 95% de la muestra que servirá como subrasante a 1".

Fuente: Base de datos, 2020.

(Carranza & Fernández, 2018) concluye que al utilizar el aditivo PROES en 0.35 Lts/m³ y 50 kg/m³ de cemento Portland Tipo MS, se obtuvieron valores de la subrasante como máximo de 70% y 58% lo cual corresponde a una subrasante excelente a diferencia de la muestra en estado natural sin ningún aditivo se encontró CBRs de 13% y 10%.

De acuerdo con los datos encontrados del ensayo de CBR se pudo ver que el valor más alto se ve en el mayor porcentaje de cemento utilizado, pero para pasar de una subrasante inadecuada a regular o buena solo es necesario utilizar 0.5% de cemento + 0.30 Lts/m³ obteniendo un CBR de 12.1% a 15.2%.

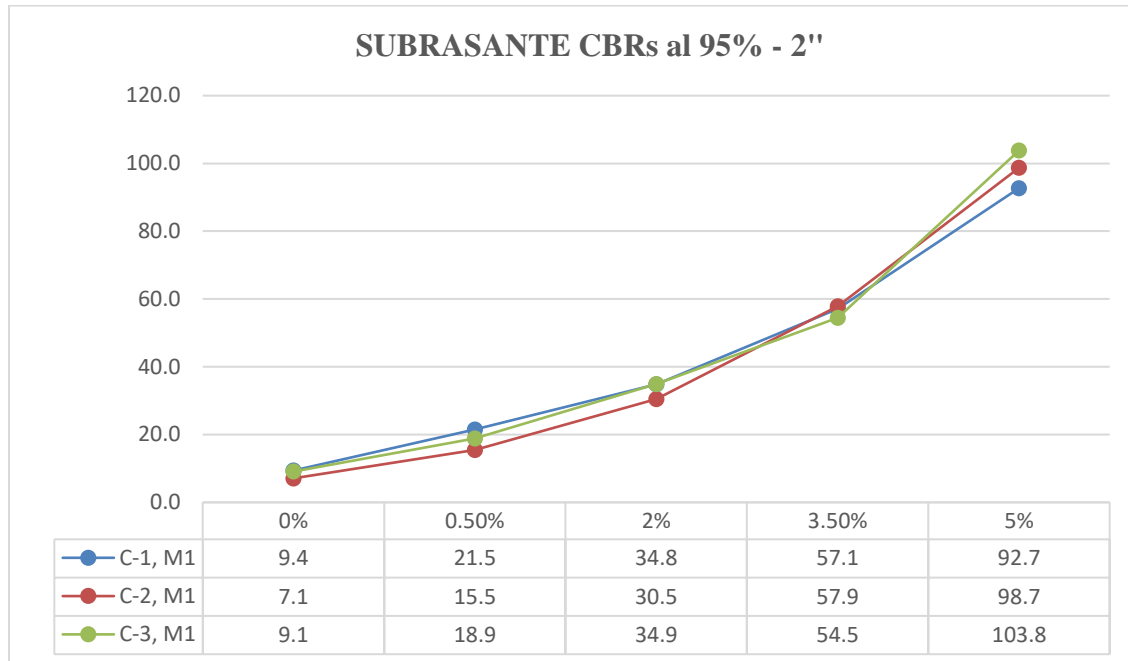


Figura N° 25: Gráfico comparativo de los CBRs al 95% de la muestra que servirá como subrasante a 2".

Fuente: Base de datos, 2020.

4.1.6. Ensayos de compresión no confinada

El ensayo de Compresión no confinada se realizó de acuerdo con la norma MTC E 1103 – 2016. En la Figura N° 26 y 27 se muestran las gráficas con los valores de resistencia del suelo a esfuerzos de compresión, también se llevó la muestra a una situación extrema como es en estado saturado como indica la norma representado en la Figura N° 27.

Con respecto a los resultados encontramos un valor mínimo de 14.17 kg/cm² en la muestra natural sin ninguna adición de aditivo y un valor máximo de 30.38 kg/cm² con 5% de cemento y 0.30 lts/m³, todos estos ensayos se realizaron con las probetas no saturadas.

- **CNC muestras no saturadas**

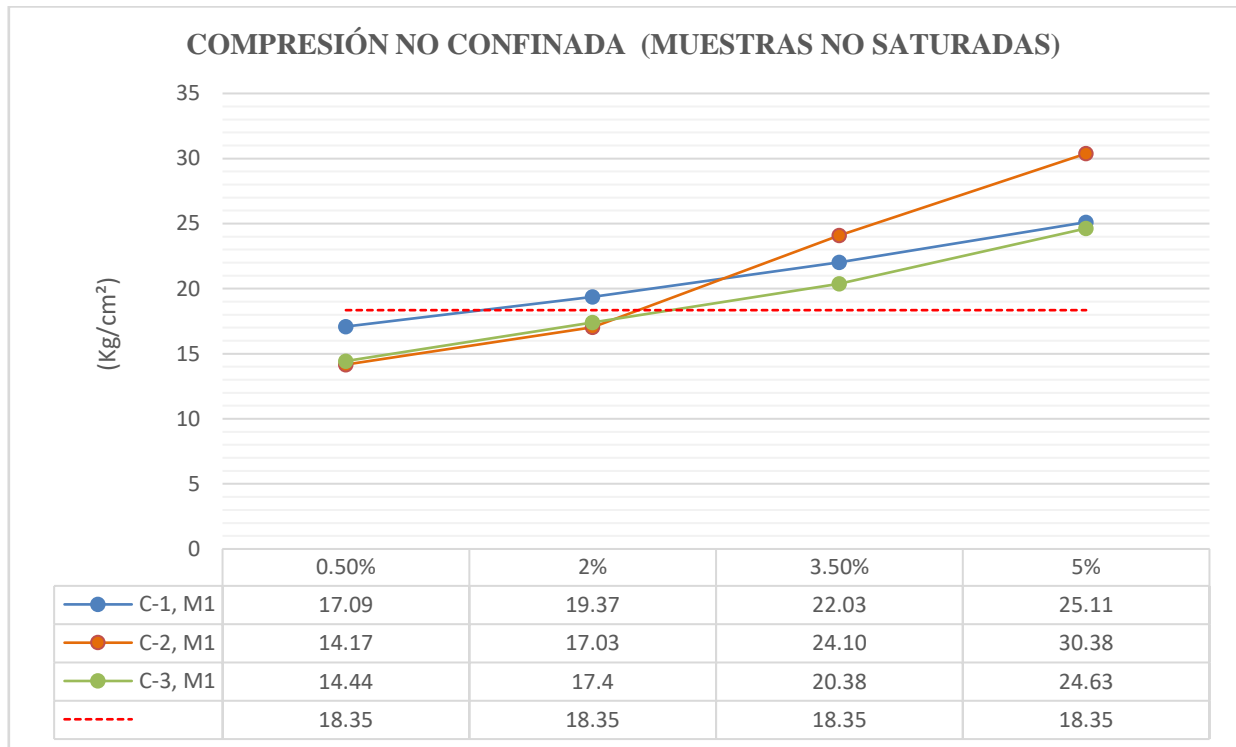


Figura N° 26: *Gráfico comparativo de los resultados del ensayo de compresión no confinada (Muestras no saturadas).*

Fuente: Base de datos, 2020.

Con respecto a las muestras en estado saturado se han obtenido como valor mínimo 13.76 kg/cm² en la muestra sin ningún aditivo, y un valor máximo de resistencia de 29.49 kg/cm² alcanzando un tipo de suelo firme.

- **CNC muestras saturadas**

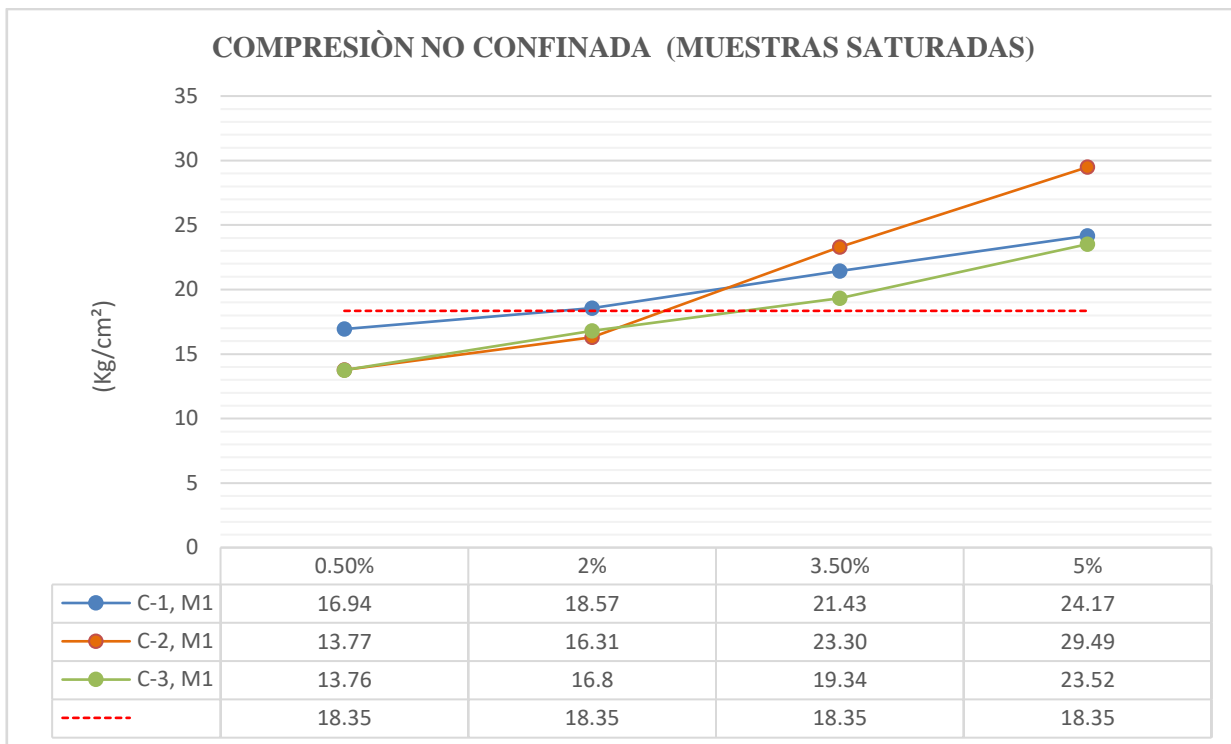


Figura N° 27: Gráfico comparativo de los resultados del ensayo de compresión no confinada (Muestras saturadas).

Fuente: Base de datos, 2020.

En las grafican anteriormente mostradas se observa una línea de color roja punteada que corta de forma horizontal, esta línea indica la resistencia a la compresión simple como mínimo que tiene que tener un suelo estabilizado con cemento según la norma MTC E 1103 que es de 1.8 MPa o 18.35 kg/cm², con respecto a los distintos porcentajes analizados se observa que el porcentaje más adecuado sería el de 3.5% de cemento ya que todas las calicatas con este porcentaje pasan lo mínimo exigido.

4.1.7. Análisis estadístico de datos

4.1.7.1. Prueba de normalidad

En la **Tabla 57** se muestra los datos de la prueba de normalidad desarrollada en el software SPSS, como nuestros datos son menores a 50 se utilizó el método de Shapiro Wilk, y se estableció una hipótesis nula y una alterna:

- Hipótesis nula (H_0): Los datos siguen una distribución normal.
- Hipótesis alterna (H_1): Los datos no siguen una distribución normal.

El resultado se obtuvo valores de significancia mayores a 0.05 (**Tabla 57**) para todas las dosificaciones por lo tanto se acepta la hipótesis nula, es decir se concluye que los datos provienen de una distribución normal y utilizaremos una prueba paramétrica en nuestro análisis de varianza.

4.4.7.2. Análisis de varianza

Se estableció la hipótesis nula y alterna, donde la nula indica que las medias poblacionales son iguales, es decir que al usar el aditivo cemento + aceite sulfonado combinado con el suelo no influye en su estabilización; mientras que la alterna indica que al menos dos medias poblacionales son distintas.

- Hipótesis nula (H_0): Hipótesis de igualdad.
- Hipótesis alterna (H_1): Hipótesis de diferencia.

En la **Tabla 59** se muestran los resultados obtenidos, y se obtuvo una significancia de 0.000, menor a 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se concluye que el cemento + aceite sulfonado si tiene influencia en la estabilización de suelos.

4.4.7.3. Prueba de Tukey

Con la prueba de Tukey se determinará en qué nivel de dosificación se encuentran las diferencias significativas que se obtuvieron en el ANOVA. En la **Tabla 60** se muestra que se obtuvieron significancias menores a 0.005 en todas las combinaciones de dosificaciones con excepción del porcentaje de 0% y el 0.5%. Es decir, cada dosificación posee una diferencia significativa con las demás dosificaciones con excepción de los porcentajes de 0% y 0.5% que no muestran una diferencia significativa.

Luego de realizar el análisis de datos, se pudo comprobar la hipótesis, es decir, la aplicación de los aditivos (cemento + aceite sulfonado) en las cantidades óptimas influye positivamente en la estabilización de suelos para uso de subrasante mejorada o bases estabilizadas.

4.2. Conclusiones

- ✓ Se determinó la influencia del aceite sulfonado y cemento portland tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo en la provincia de Pataz, por medio de los ensayos de laboratorio realizado a las distintas muestras extraídas mejorando sus propiedades mecánicas.
- ✓ Se determinó las propiedades físicas del suelo en la vía de estudio realizando los ensayos de laboratorio como contenido de humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216), granulometría (MTC E-204/ ASTM D-422), Límites de Atterberg (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318) y Proctor modificado (MTC E-115/ASTM D-1557).
- ✓ Se estableció el tipo de suelo existente en la vía de estudio según Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) y Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) obteniendo como resultado arenas arcillosas “SC” y arenas limosas “SM” en la clasificación SUCS, mientras en que la clasificación por AASHTO se obtuvo mayormente un suelo con gravas y arenas limosas y arcillosas “A-2-4”, “A-2-6” y suelos limosos “A-4”.
- ✓ Se realizó los ensayos de CBR y Compresión no confinada a las muestras de suelo adicionando 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento portland tipo I (aditivo sólido) y 0.30 Lt/m³ de aceite sulfonado (aditivo líquido), incrementando el CBR en la muestra M1 19.6% hasta un 100.2% y en la M2 de 5.8% a 78.1% y con respecto a la compresión no confinada cumple lo exigido por la norma de 18.35 kg/cm² con la dosificación de 3.5% de cemento más 0.30 lts/m³ de aceite sulfonado.

- ✓ Se comparó la muestra de suelo patrón con las muestras adicionadas de cemento portland tipo I en diferentes porcentajes más aceite sulfonado dando como resultado una mejora del CBR de 103.8% como máximo en la subrasante con un porcentaje de 5% de cemento portland tipo I + 0.30 lts/m³ de aceite sulfonado y un valor de 128.7% como máximo en las muestras extraídas de la parte superficial de la vía, con respecto a la compresión simple no confinada se obtuvo el valor ideal de 24.10 kg/cm² superando lo mínimo exigido por la norma con el porcentaje de 3.5% de cemento + 0.30 lts/m³ del aditivo aceite sulfonado, llegando a la conclusión que este porcentaje sería el ideal llegando a cumplir lo exigido por la norma.

- ✓ Se calculó el espesor de la carretera a estabilizar por el método NAASRA utilizando el CBR mejorado con el aditivo aceite sulfonado y cemento portland tipo I dando como resultado un espesor de $e=20\text{cm}$.

4.3. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda a las empresas y entidades que realicen la construcción o mejoramiento de carreteras empleando los aditivos aceite sulfonado más cemento ya que se obtiene buenos resultados al mejorar las propiedades del suelo logrando elevar su resistencia y durabilidad.
- ✓ Se recomienda la dosificación de 3.5% de cemento + 0.30 lts/m³ de aceite sulfonado ya que se logra cumplir con los valores mínimos exigidos por la norma peruana para la estabilización de un afirmado, y se recomienda mejorar la subrasante con 0.50% de cemento + 0.30 lts/m³ de aceite sulfonado para disminuir el espesor del pavimento al momento de calcularlo, en nuestro diseño resultó e = 20cm, además se recomienda que en todos los ensayos de laboratorio se sigan estrictamente los parámetros y recomendaciones especificadas en el reglamento nacional de infraestructura vial.
- ✓ Para cada tipo de carretera se recomienda primero realizar el estudio de tráfico, calcular el volumen de tránsito y además clasificar la carretera de acuerdo con la demanda y así elegir el método adecuado para el diseño a utilizar al calcular el espesor del pavimento y la cantidad de capas ya que todo esto influirá en el análisis de costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, D. & Rojas, H. (2016). *Ensayo de fiabilidad con aditivo PROES para la estabilización de suelos en el AA.HH el Milagro, 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Perú, Iquitos, Perú.
- Altamirano, G. & Díaz, A. (2015). *Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del pregón, municipio Potosí-Rivas*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.
- Aliaga, F. & Soriano, C. (2019). *Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares*. (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Atarama, E. (2015). *Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo Proes*. (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Bada, D. (2016). *Aplicación del aditivo químico Conaid para atenuar la plasticidad del material granular del tramo de la carretera Taucá – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta nacional pe – 3na*. (Tesis de maestría). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Bañón, L. & Beviá, J. (2000). *Manual de carreteras Vol. I: Elementos y proyecto*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10045/1788>

Botasso, G, Fensel, A. & Ricci, A. (2003). - Área Medio Ambiente y Obras Civiles. La Plata, Argentina. Estabilizantes iónicos de suelos para la construcción. Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional La Plata- LEMMaC.

Camacho, J. & Reyes, O. (2008). Curado natural y acelerado de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado. *Revista de división de la Universidad del Norte*. Recuperado de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/1680/447>
1

Carranza, A. & Fernández, D. (2018). *Aplicación de los aditivos Proes y Conaid para mejorar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía de acceso al C.P. Barraza, Laredo, La Libertad-2018*. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Castillo, P. (2018). *Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, la libertad, 2018*. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Cámara de comercio del cemento. (2020). Recuperado de <https://canacem.org.mx/>

Chávez, R. (2018). *Estudio Comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018*. (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.

- Cedeño, D. (2013). *Investigación de la estabilización de suelos con enzima aplicado a la subrasante de la avenida Quitumbe- Ñan, Cantón Quito*. (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Condor, E. & Huamancayo, P. (2016). *Comparación Económica del Resultado y el Mantenimiento entre los Estabilizadores PROES y CONSOLID para el Sistema de mejoramiento de Suelos Blandos para las carreteras no pavimentadas en la selva peruana*. (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Cubas, V. & Quiroz, A. (2018). *Influencia de la estabilización con 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6.0% de emulsión asfáltica en las propiedades de un material afirmado para el diseño de la vía el Pallar – Shalar, La Libertad, 2018*. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Góngora, C. (2019). *Influencia de la cal y el cemento portland Tipo I en la subrasante de la trocha del Distrito Chillia, Provincia de Pataz-2019*. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Huiza, M. (2019). *Mejoramiento de la capacidad de soporte en vías de bajo volumen de tránsito mediante estabilización química. Carretera Puquio – Coracora, Ayacucho*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2016). *Ingeniería de pavimentos: Variables de diseño*. Lima, Perú.

- Jiménez, M. (2014). *Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de Hogg y Viga Benkelman*. (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Little, N. (2000). Evaluación de propiedades estructurales de suelos estabilizados con cal y agregados. Volumen 3: Diseño de mezclas y procedimiento de prueba para suelos estabilizados con cal. Asociación Nacional de la Lima. Recuperado de http://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/soils-aggregates-vol-3.pdf.
- Mariani, G. & Arns. P. (2016). *Análisis de la estabilización de un suelo arcilloso con el uso del aditivo con-aid® cbr-plus®*. (tesis de pregrado). Universidad del Extremo Sur de Santa Catarina, Brasil.
- Mendoza, C. (2016). *Propuesta de utilización de emulsión asfáltica modificada en el mantenimiento de la carretera: Lucma–09 de octubre, para mejorar la transitabilidad vehicular en el distrito de Lucma, provincia Gran Chimú–La Libertad, 2016*. (tesis de pregrado). Universidad Privada de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Menéndez, J. (2009). *Ingeniería de Pavimentos. Materiales, Diseño y Conservación*. Departamento de Imprenta de ICG. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). *Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013*. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). *Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial*. Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y pavimentos*. Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). *Manual de ensayos de Materiales*. Lima, Perú.

NTP. (1999). Norma Técnica Peruana 339.145. Indecopi.

PROESTECH. (2020). Recuperado de <http://www.proes.cl/>

Reátegui, J. (2018). *Influencia del aditivo Proes para mejorar la estabilización de la subrasante del tramo Lahuarpía – Emilio San Martín, Jepelacio, Moyobamba 2017*. (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.

Reglamento Nacional de Vehículos (2003). Anexo IV: Vehículos. Recuperado de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_70.pdf?fbclid=IwAR1w9eIZqPXP-a9PDQoQMRx3NDEv6qixpuRv6ZlZbDDJgFjcWovuTk7VNU

Terrones, A. (2018). *Estabilización de Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Bagazo de Caña para el Mejoramiento de Subrasante en el Sector Barraza, Trujillo-2018*. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

UMACOM. (2017). Zaragoza, España. Recuperado de: <http://www.umacon.com/>

Ullate, A. (2017). Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales. (PITR- LanammeUCR ed., Vol. 8). San José: Universidad de Costa Rica, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. *Boletín técnico*. Recuperado de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/908>.

ANEXOS

ANEXO N°1: Fotografías en la carretera estudiada Huaylillas – Buldibuyo.



Figura N° 28: Calicata N° 1 de la vía Huaylillas - Buldibuyo km - 6+500



Figura N° 29: Calicata N° 2 de la vía Huaylillas - Buldibuyo km - 7+500



Figura N° 30: *Calicata N° 3 de la vía Huaylillas - Buldibuyo km - 8+500*



Figura N° 31: *Estado de la carretera Huaylillas - Buldibuyo*



Figura N° 32: *Estado de la carretera Huaylillas - Buldibuyo*



Figura N° 33: *Estado de la carretera Huaylillas - Buldibuyo*

ANEXO N° 02: Fotografías realizando los ensayos en el laboratorio de suelos GEOCONS SRL.



Figura N° 34: *Ensayo análisis granulométrico*



Figura N° 35: *Ensayo Limite Liquido (LL)*



Figura N° 36: *Ensayo Limite Plástico (LP)*



Figura N° 37: *Ensayo Proctor Modificado*



Figura N° 38: *Ensayo de CBR*



Figura N° 39: *Ensayo de compresión no confinada*



Figura N° 40: *Ensayo de CBR en la prensa*

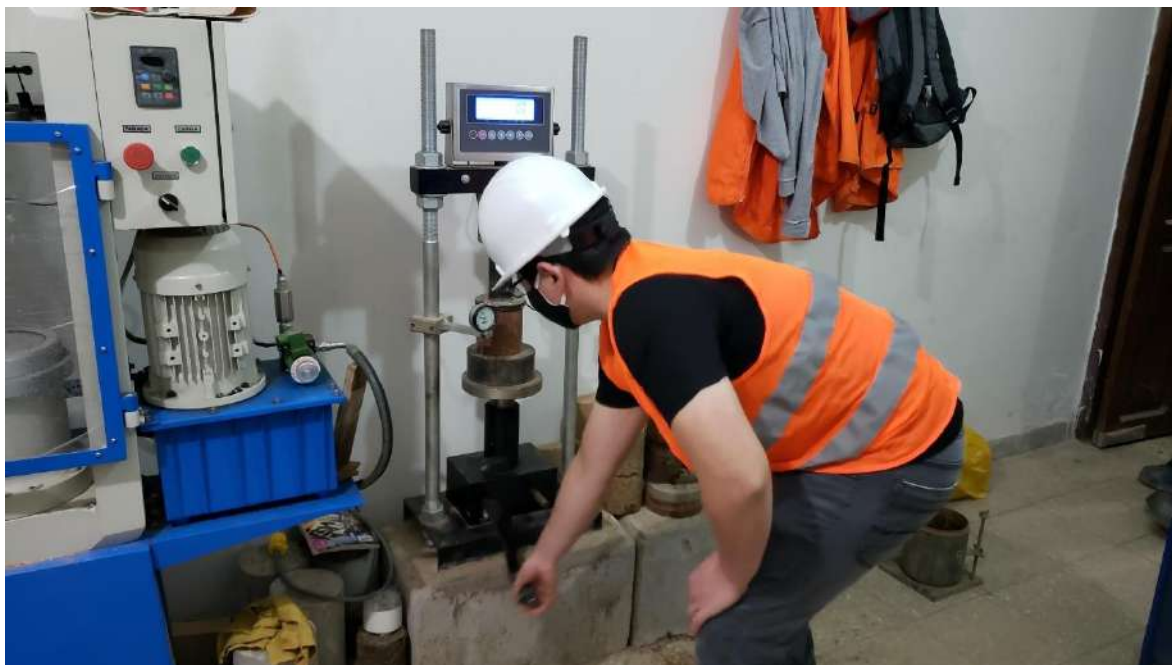


Figura N° 41: *Ensayo de CNC en la prensa de compresión*



Figura N° 42: *Probetas de suelo ensayadas con diferente porcentaje de cemento + aditivo en el ensayo de CNC.*



Figura N° 43: *Muestra en el ensayo de compresión no confinada*



Figura N° 44: *Probeta fallada en el ensayo de CNC*



Figura N° 45: *Muestras del suelo en laboratorio*



Figura N° 46: *Ensayo de CBR, muestras sumergidas en agua*

ANEXO N° 03: Resultado de los ensayos de mecánica de suelos.

❖ **PERFILES ESTRATIGRÁFICOS:**


PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PERFÍL ESTRATIGÁFICO DEL SUELO"				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO		CALICATA:	C-1	
NIVEL FREÁTICO:	NO PRESENTA				
PROFUNDIDAD:	1.50 m				
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
TIPO EXPLORACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN SUCS
E X C A V A C I Ó N A C I E L O A B I E R T O		0.3	M1	Material compuesto arena limosa, de color marron oscuro, de mediana plasticidad de consistencia bajo-estable, semihumeda	SC
		1.2	M2	Material compuesto por arena arcillosa con grava (fina), humeda, de compacidad densa, presenta plasticidad, de color marron claro, indice de consistencia bajo,este material continua.....	SC
		1.5			
NO SE PRESENTÓ NIFEL FREÁTICO A LAS 1.50 m DE PROFUNDIDAD					
OBSERVACIONES:	Nivel de referencia terreno natural				
	Tipo de excavacion lampa y pico				

Figura N° 47: Perfil estratigráfico C-1


PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PERFÍL ESTRATIGÁFICO DEL SUELO"				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO	CALICATA:	C-2		
NIVEL FREÁTICO:	NO PRESENTA				
PROFUNDIDAD:	1.50 m				
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
TIPO EXPLORACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN SUCS
E X C A V A C I Ó N A C I E L O A B I E R T O		0.3	M1	Material compuesto arena pobremente graduada con limo, de color gris oscuro, de baja plasticidad de consistencia media, semiseca	SP-SM
		1.2	M2	Material compuesto por arena pobremente graduada (fina), semi seca, de compacidad densa, no presenta plasticidad, de color gris claro, este material continua.....	SP
		1.5	NO SE PRESENTÓ NIFEL FREÁTICO A LAS 1.50 m DE PROFUNDIDAD		
OBSERVACIONES:	Nivel de referencia terreno natural				
	Tipo de excavacion lampa y pico				

Figura N° 48: Perfil estratigráfico C-2


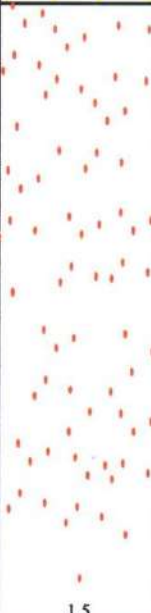
PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PERFÍL ESTRATIGÁFICO DEL SUELO"				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO	CALICATA:		C-3	
NIVEL FREÁTICO:	NO PRESENTA				
PROFUNDIDAD:	1.50 m				
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
TIPO EXPLORACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN SUCS
E X C A V A C I Ó N A C I E L O A B I E R T O		0.3	M1	Material compuesto arena limosa, de color gris oscuro, de baja plasticidad de consistencia media, semihumeda	SM
		1.2	M2	Material compuesto por arena pobremente graduada (fina), semi seca, de compacidad densa, no presenta plasticidad, de color gris claro, este material continua.....	SP
	1.5	NO SE PRESENTÓ NIFEL FREÁTICO A LAS 1.50 m DE PROFUNDIDAD			
OBSERVACIONES:	Nivel de referencia terreno natural				
	Tipo de excavacion lampa y pico				

Figura N° 49: Perfil estratigráfico C-3

❖ **CONTENIDO DE HUMEDAD:**



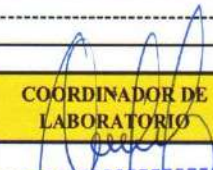

PROTOCOLO			
ENSAYO:	"CONTENIDO DE HUMEDAD"		
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-108/ ASTM D-2216		
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO		DATOS COMPLEMENTARIOS: Estrato: 0.30 m - Prof.
FECHA DE ENSAYO:	07/07/2020		MATERIAL: Rasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO		
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	137.43		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	126.32		
Peso de Tara (gr.)	12.75		
Peso de Agua (gr.)	11.11		
Peso Mat. Seco (gr.)	113.57		
Humedad Natural (%)	9.78		
Promedio de Humedad (%)	9.8		
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 194809 Especialista en Geotecnia	 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP- 126049
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020

Figura N° 50: Contenido de humedad C-1, M-1



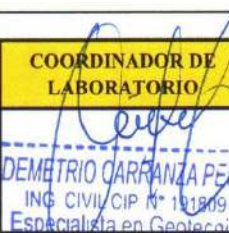

PROTOCOLO				
ENSAYO:	"CONTENIDO DE HUMEDAD"			
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-108/ ASTM D-2216			
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020			
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS: Estrato: 1.50 m - Prof.
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO			
FECHA DE ENSAYO:	07/07/2020			MATERIAL: Subrasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO			
DATOS				
N° de Ensayo	1			
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	151.20			
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	139.92			
Peso de Tara (gr.)	12.12			
Peso de Agua (gr.)	11.28			
Peso Mat. Seco (gr.)	127.80			
Humedad Natural (%)	8.83			
Promedio de Humedad (%)	8.8			
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049	
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagástegui Vásquez	
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	

Figura N° 51: Contenido de humedad C-1, M-2



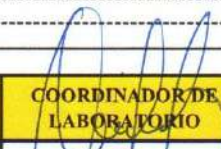

PROTOCOLO			
ENSAYO:	"CONTENIDO DE HUMEDAD"		
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-108/ ASTM D-2216		
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M1
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO		DATOS COMPLEMENTARIOS: Estrato: 0.30 m - Prof.
FECHA DE ENSAYO:	07/07/2020		MATERIAL: Rasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO		
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	178.13		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	166.27		
Peso de Tara (gr.)	11.86		
Peso de Agua (gr.)	11.86		
Peso Mat. Seco (gr.)	154.41		
Humedad Natural (%)	7.68		
Promedio de Humedad (%)	7.7		
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020

Figura N° 52: Contenido de humedad C-2, M-1





PROTOCOLO				
ENSAYO:	"CONTENIDO DE HUMEDAD"			
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-108/ ASTM D-2216			
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020			
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS: Estrato: 1.50 m - Prof.
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO			
FECHA DE ENSAYO:	07/07/2020		MATERIAL:	Subrasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO			
DATOS				
Nº de Ensayo	1			
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	170.87			
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	160.27			
Peso de Tara (gr.)	12.50			
Peso de Agua (gr.)	10.60			
Peso Mat. Seco (gr.)	147.77			
Humedad Natural (%)	7.17			
Promedio de Humedad (%)	7.2			
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049	
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagástegui Vásquez	
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	

Figura N° 53: Contenido de humedad C-2, M-2


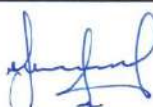


PROTOCOLO			
ENSAYO:	"CONTENIDO DE HUMEDAD"		
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-108/ ASTM D-2216		
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020		
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M1
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO		DATOS COMPLEMENTARIOS: Estrato: 0.30 m Prof.
FECHA DE ENSAYO:	07/07/2020		MATERIAL: Rasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO		
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	150.23		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	132.93		
Peso de Tara (gr.)	10.80		
Peso de Agua (gr.)	17.30		
Peso Mat. Seco (gr.)	122.13		
Humedad Natural (%)	14.17		
Promedio de Humedad (%)	14.2		
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 120040
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020

Figura N° 54: Contenido de humedad C-3, M-1


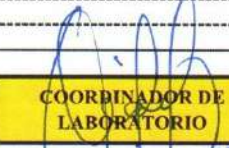


PROTOCOLO					
ENSAYO:	"CONTENIDO DE HUMEDAD"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-108/ ASTM D-2216				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Estrato: 1.50 m - Prof.
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				
FECHA DE ENSAYO:	07/07/2020			MATERIAL:	Subrasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
DATOS					
Nº de Ensayo	1				
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	153.44				
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	143.41				
Peso de Tara (gr.)	14.81				
Peso de Agua (gr.)	10.03				
Peso Mat. Seco (gr.)	128.60				
Humedad Natural (%)	7.80				
Promedio de Humedad (%)			7.8		
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila FECHA: 02/09/2020		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña FECHA: 02/09/2020	 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049 NOMBRE: Ing. German Sagástegui Vásquez FECHA: 02/09/2020		
 NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 55: Contenido de humedad C-3, M-1

❖ **GRANULOMETRÍA:**

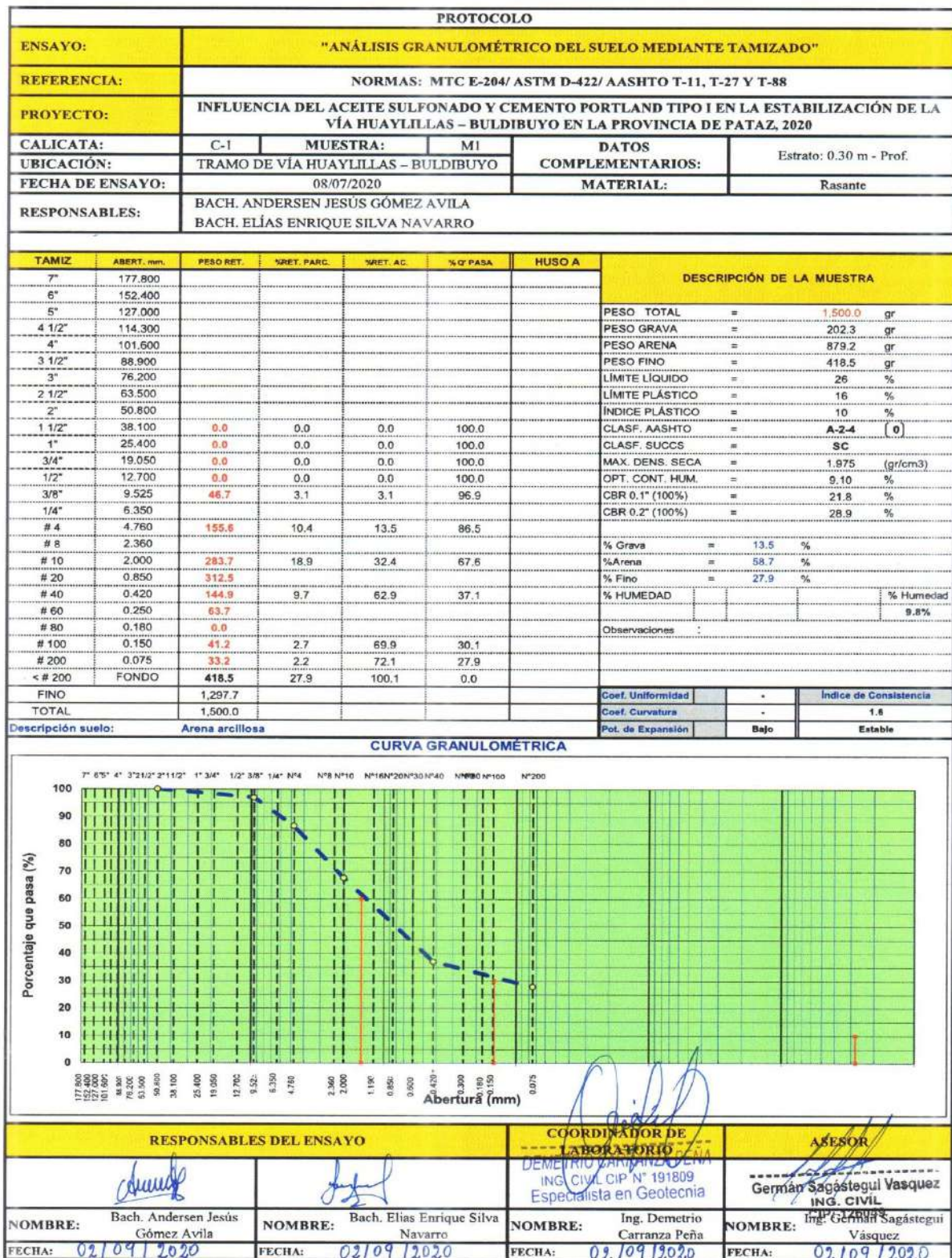


Figura N° 56: Análisis granulométrico C-1, M-1

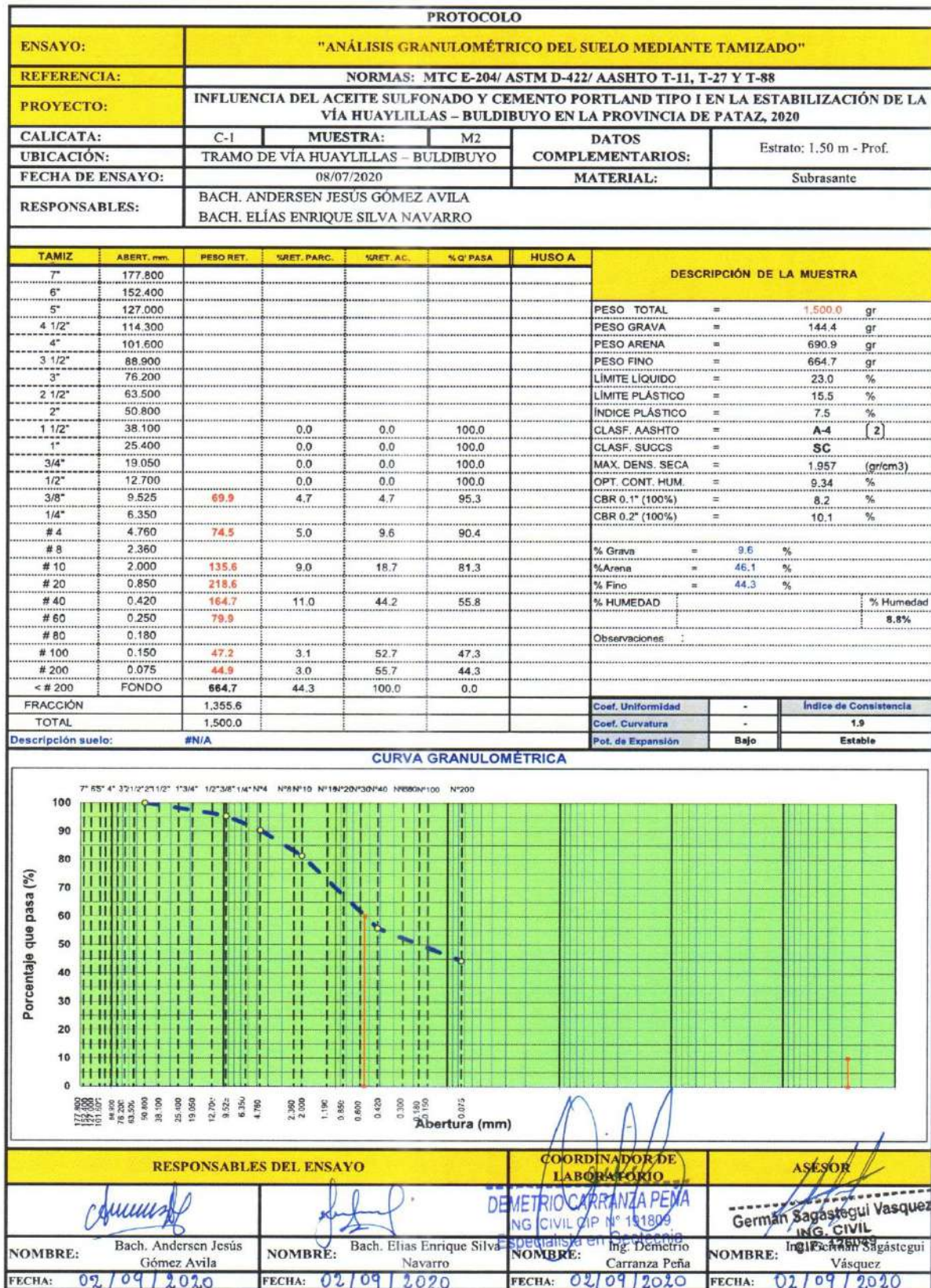


Figura N° 57: Análisis granulométrico C-1, M-2

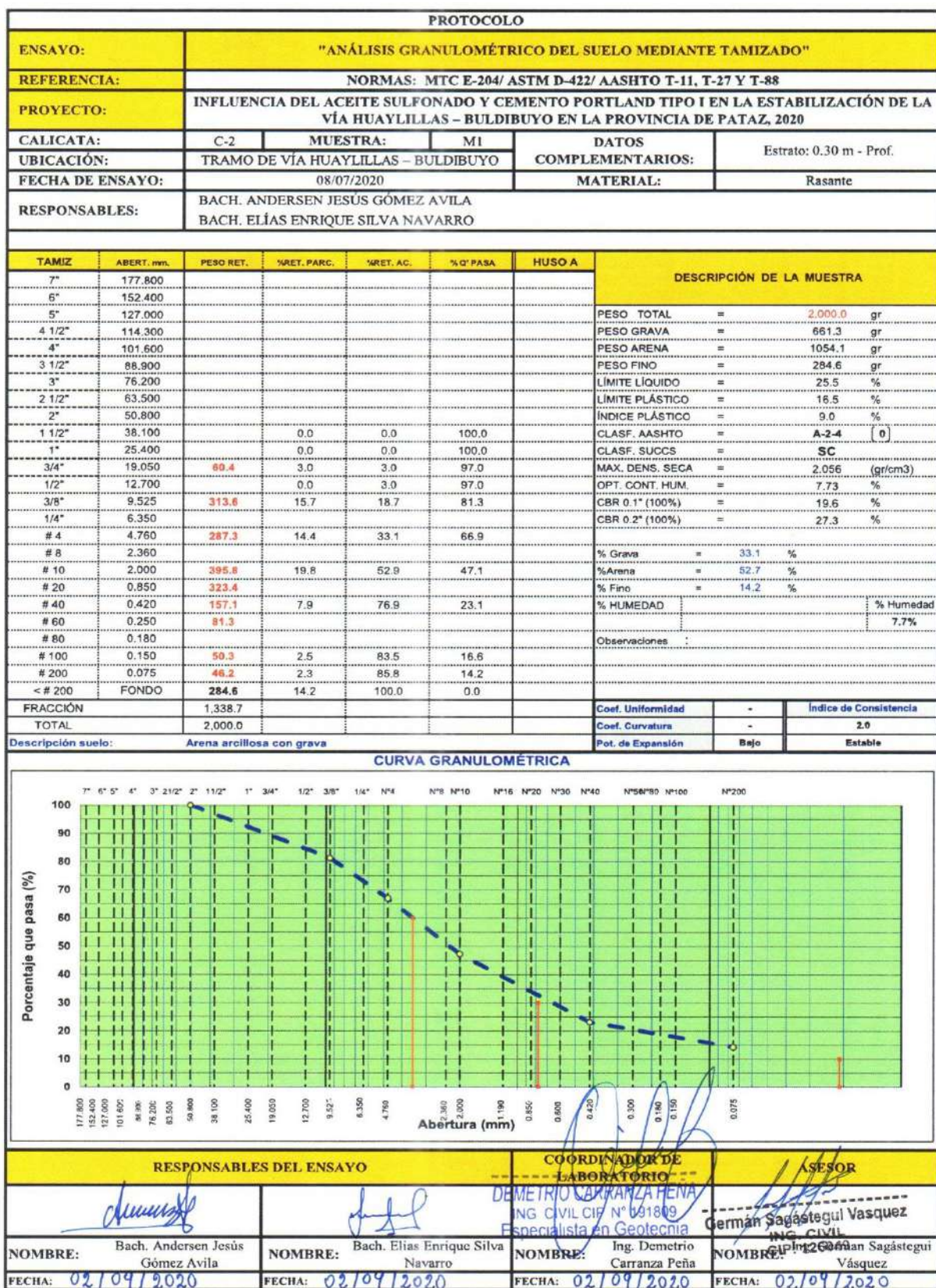


Figura N° 58: Análisis granulométrico C-2, M-1

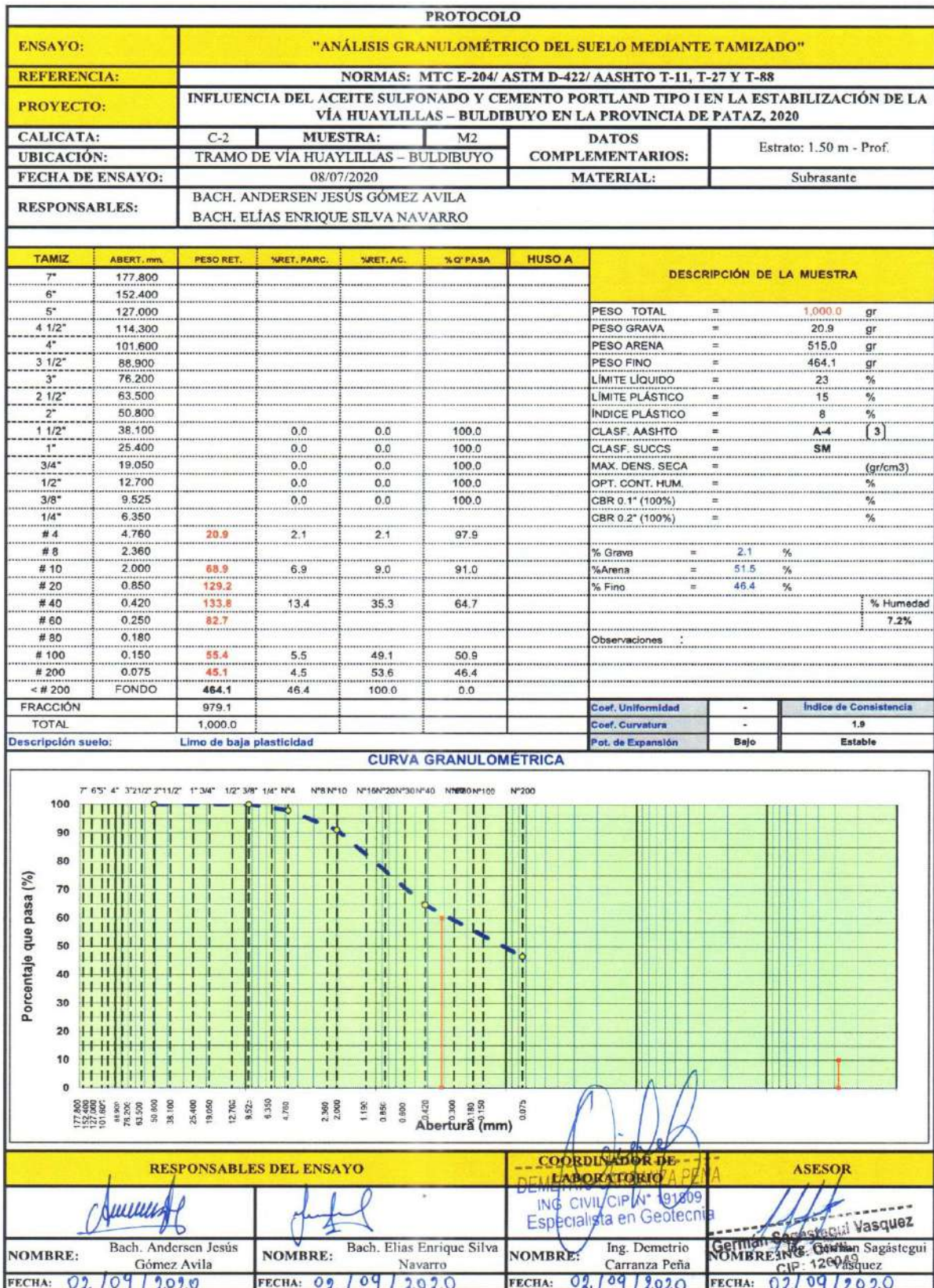


Figura N° 59: Análisis granulométrico C-2, M-2

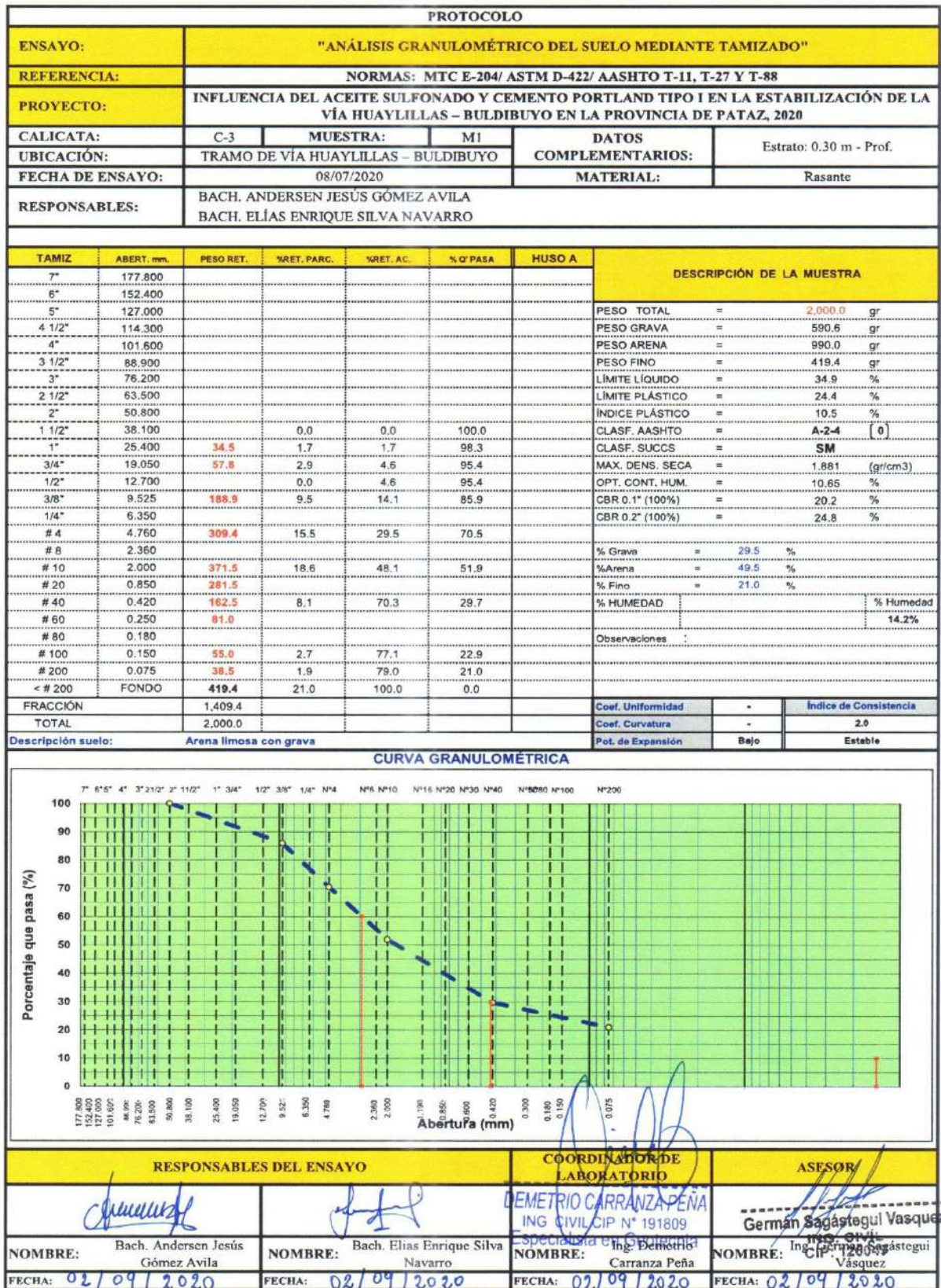


Figura N° 60: Análisis granulométrico C-3, M-1

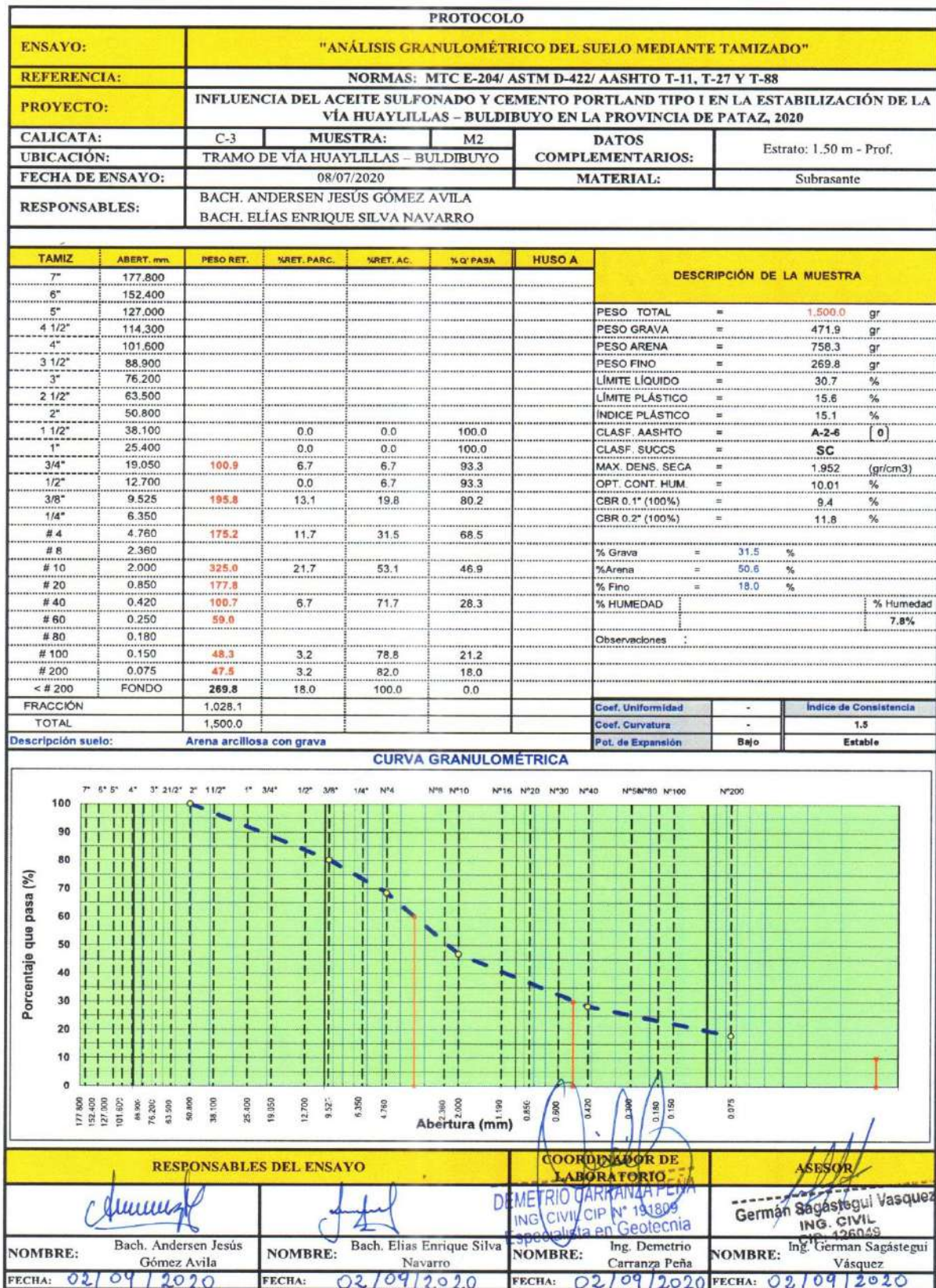


Figura N° 61: Análisis granulométrico C-3, M-2

❖ **LÍMITES DE ATTERBERG:**

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"LÍMITES DE ATTERBERG"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-110, 111/ ASTM D-4318/ AASHTO T-89 Y T-90				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1	DATOS	Estrato: 0.30 m - Prof.
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO			COMPLEMENTARIOS:	
FECHA DE ENSAYO:	09/07/2020			MATERIAL:	Rasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2	3		
TARRO + SUELO HÚMEDO	34.85	34.01	35.88		
TARRO + SUELO SECO	30.05	29.65	31.40		
AGUA	4.60	4.36	4.48		
PESO DEL TARRO	13.24	13.09	13.15		
PESO DEL SUELO SECO	16.81	16.56	18.25		
% DE HUMEDAD	27.36	26.33	24.55		
N° DE GOLPES	14	23	37		
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2			
TARRO + SUELO HÚMEDO	22.48	17.33			
TARRO + SUELO SECO	21.83	16.62			
AGUA	0.65	0.71			
PESO DEL TARRO	17.68	12.12			
PESO DEL SUELO SECO	4.15	4.50			
% DE HUMEDAD	15.66	15.78			
<p>DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p> <p>El gráfico muestra el contenido de humedad (%) en el eje Y (rango 20.0 a 30.0) frente al número de golpes en el eje X (rango 10.0 a 100.0). Se traza una curva de fluidez que comienza en un punto a 27.36% de humedad y 14 golpes, y termina en un punto a 24.55% de humedad y 37 golpes. Una línea horizontal roja indica el límite líquido (LL) a 26.33%. Una línea vertical roja indica el límite plástico (LP) a 25 golpes. El índice de plasticidad (PI) se calcula como la diferencia entre LL y LP.</p>					
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO	26				
LÍMITE PLÁSTICO	16				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10				
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
<p><i>[Firma]</i></p> <p>Bach. Andersen Jesús Gómez Avila</p>		<p><i>[Firma]</i></p> <p>Ing. Demetrio Carranza Peña</p>	<p><i>[Firma]</i></p> <p>Ing. Germán Sagástegui Vásquez</p>		
NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE:	Ing. Germán Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 62: Límites de Atterberg C-1, M-1

PROTOCOLO							
ENSAYO:	"LÍMITES DE ATTERBERG"						
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-110, 111/ ASTM D-4318/ AASHTO T-89 Y T-90						
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020						
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M2	DATOS			
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO		COMPLEMENTARIOS:	Estrato: 1.50 m - Prof.			
FECHA DE ENSAYO:	09/07/2020		MATERIAL:	Subrasante			
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO						
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)							
N° TARRO	1	2	3				
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.99	35.50	41.18				
TARRO + SUELO SECO	31.54	31.28	36.88				
AGUA	4.45	4.22	4.30				
PESO DEL TARRO	13.39	12.84	17.25				
PESO DEL SUELO SECO	18.15	18.44	19.63				
% DE HUMEDAD	24.52	22.89	21.91				
N° DE GOLPES	16	24	35				
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)							
N° TARRO	1	2					
TARRO + SUELO HÚMEDO	23.13	22.59					
TARRO + SUELO SECO	22.26	21.93					
AGUA	0.87	0.66					
PESO DEL TARRO	16.74	17.60					
PESO DEL SUELO SECO	5.52	4.33					
% DE HUMEDAD	15.76	15.24					
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES					
LÍMITE LÍQUIDO	23						
LÍMITE PLÁSTICO	16						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7						
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR				
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049				
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE:	Ing. German Sagastegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 63: Límites de Atterberg C-1, M-2

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"LÍMITES DE ATTERBERG"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-110, 111/ ASTM D-4318/ AASHTO T-89 Y T-90				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Estrato: 0.30 m - Prof.
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				
FECHA DE ENSAYO:	09/07/2020			MATERIAL:	Rasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2	3		
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.57	35.36	43.65		
TARRO + SUELO SECO	27.85	30.71	38.20		
AGUA	4.72	4.65	5.45		
PESO DEL TARRO	11.35	12.54	15.46		
PESO DEL SUELO SECO	16.50	18.17	22.74		
% DE HUMEDAD	28.61	25.59	23.97		
N° DE GOLPES	13	26	34		
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2			
TARRO + SUELO HÚMEDO	22.63	18.36			
TARRO + SUELO SECO	21.76	17.49			
AGUA	0.87	0.87			
PESO DEL TARRO	16.54	12.19			
PESO DEL SUELO SECO	5.22	5.30			
% DE HUMEDAD	16.67	16.42			
<p>DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p>					
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO	26				
LÍMITE PLÁSTICO	17				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9				
RESPONSABLES DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
 			 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 Germán Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126040	
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila			NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	
FECHA: 02/09/2020			FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	
				FECHA: 02/09/2020	

Figura N° 64: Límites de Atterberg C-2, M-1

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"LÍMITES DE ATTERBERG"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-110, 111/ ASTM D-4318/ AASHTO T-89 Y T-90				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Estrato: 1.50 m - Prof.
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				
FECHA DE ENSAYO:	09/07/2020			MATERIAL:	Subrasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2	3		
TARRO + SUELO HÚMEDO	51.76	53.64	48.70		
TARRO + SUELO SECO	44.74	45.89	42.20		
AGUA	7.02	7.75	6.50		
PESO DEL TARRO	17.68	12.45	10.80		
PESO DEL SUELO SECO	27.06	33.44	31.40		
% DE HUMEDAD	25.94	23.18	20.70		
N° DE GOLPES	17	26	32		
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2			
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.87	19.83			
TARRO + SUELO SECO	19.65	19.25			
AGUA	1.22	0.58			
PESO DEL TARRO	11.47	15.29			
PESO DEL SUELO SECO	8.18	3.96			
% DE HUMEDAD	14.91	14.65			
<p>DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p>					
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO	23				
LÍMITE PLÁSTICO	15				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8				
RESPONSABLES DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
 			 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 128049	
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	
NOMBRE:			NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña	
NOMBRE:			NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez	
FECHA:	02/09/2020		FECHA:	02/09/2020	
FECHA:			FECHA:	02/09/2020	
FECHA:			FECHA:	02/09/2020	

Figura N° 65: Límites de Atterberg C-2, M-2

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"LÍMITES DE ATTERBERG"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-110, 111/ ASTM D-4318/ AASHTO T-89 Y T-90				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Estrato: 0.30 m - Prof.
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				
FECHA DE ENSAYO:	09/07/2020			MATERIAL:	Rasante
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2	3		
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.48	29.75	38.31		
TARRO + SUELO SECO	25.41	25.06	32.49		
AGUA	5.07	4.69	5.82		
PESO DEL TARRO	11.54	11.84	15.23		
PESO DEL SUELO SECO	13.87	13.42	17.26		
% DE HUMEDAD	36.55	34.95	33.72		
N° DE GOLPES	17	25	33		
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2			
TARRO + SUELO HÚMEDO	21.21	17.63			
TARRO + SUELO SECO	20.11	16.61			
AGUA	1.10	1.02			
PESO DEL TARRO	15.59	12.45			
PESO DEL SUELO SECO	4.52	4.16			
% DE HUMEDAD	24.34	24.52			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO	34.92				
LÍMITE PLÁSTICO	24.43				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10.49				
RESPONSABLES DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
 NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila FECHA: 02/09/2020			 NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña FECHA: 02/09/2020	 NOMBRE: Ing. German Sagástegui Vásquez FECHA: 02/09/2020	

Figura N° 66: Límites de Atterberg C-3, M-1

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"LÍMITES DE ATTERBERG"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-110, 111/ ASTM D-4318/ AASHTO T-89 Y T-90				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Estrato: 1.50 m - Prof.
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO			MATERIAL:	Subrasante
FECHA DE ENSAYO:	09/07/2020				
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2	3		
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.84	36.34	35.29		
TARRO + SUELO SECO	31.41	31.67	31.16		
AGUA	4.43	4.67	4.13		
PESO DEL TARRO	17.68	16.54	16.74		
PESO DEL SUELO SECO	13.73	15.13	14.42		
% DE HUMEDAD	32.27	30.87	28.64		
N° DE GOLPES	17	27	37		
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)					
N° TARRO	1	2			
TARRO + SUELO HÚMEDO	18.35	17.92			
TARRO + SUELO SECO	17.81	17.21			
AGUA	0.54	0.71			
PESO DEL TARRO	14.34	12.68			
PESO DEL SUELO SECO	3.47	4.53			
% DE HUMEDAD	15.56	15.67			
<p>DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p> <p>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</p> <p>N° DE GOLPES</p>					
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO	30.67				
LÍMITE PLÁSTICO	15.62				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.05				
RESPONSABLES DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
<p>Bach. Andersen Jesús Gómez Avila</p> <p>Bach. Elías Enrique Silva Navarro</p>			<p>ING. CIVIL CIP N° 191809</p> <p>Especialista en Geotecnia</p>	<p>ING. CIVIL</p> <p>CIP N° 12814</p>	
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña	
FECHA:	02/09/2020		FECHA:	02/09/2020	
			NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña	
			NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez	
			FECHA:	02/09/2020	

Figura N° 67: Límites de Atterberg C-3, M-2

❖ **PROCTOR MODIFICADO:**

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Patrón
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Est: 0.30 m - Prof.
FECHA DE ENSAYO:	10/07/2020	MATERIAL:	Rasante		
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6128	6210	6180	6131	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1964	2046	2016	1967	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.072	2.158	2.127	2.075	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.924	1.974	1.917	1.854	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	162.12	130.55	139.27	145.51	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	151.67	120.44	126.84	131.64	
PESO DE LA TARA (gr)	15.29	12.31	12.89	15.23	
PESO DE AGUA (gr)	10.45	10.11	12.43	13.87	
PESO DE SUELO SECO (gr)	136.38	108.13	113.95	116.41	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.66	9.35	10.91	11.91	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.975	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			9.10
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 181209 Especialista en Geotecnia		 Germán Sagastegui Vasquez ING. CIVIL CIP: 126049	
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro		NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020	

Figura N° 68: Proctor Modificado C-1, M-1

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Patrón
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Est: 1.50 m - Prof.
FECHA DE ENSAYO:	10/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6000	6177	6182	6126	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1836	2013	2018	1962	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.937	2.123	2.129	2.070	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.821	1.952	1.919	1.848	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPiente N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	138.46	172.71	132.68	152.55	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	131.06	160.18	121.27	137.54	
PESO DE LA TARA (gr)	14.81	17.60	16.80	12.68	
PESO DE AGUA (gr)	7.40	12.53	11.41	15.01	
PESO DE SUELO SECO (gr)	116.25	142.58	104.47	124.86	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.37	8.79	10.92	12.02	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.957		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 9.34		
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 69: Proctor Modificado C-1, M-2

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	MI	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Patrón
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Est: 0.30 m - Prof.
FECHA DE ENSAYO:	10/07/2020	MATERIAL:	Rasante		
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6198	6270	6249	6143	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2034	2106	2085	1979	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2.146	2.222	2.199	2.088	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.020	2.053	2.002	1.861	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	139.43	146.74	126.35	127.66	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	132.07	136.58	116.38	115.24	
PESO DE LA TARA (gr)	13.24	13.15	15.46	13.09	
PESO DE AGUA (gr)	7.36	10.16	9.97	12.42	
PESO DE SUELO SECO (gr)	118.83	123.43	100.92	102.15	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.19	8.23	9.88	12.16	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.056		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 7.73		
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vasquez ING. CIVIL CIP: 12446		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: German Sagástegui Vasquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 70: Proctor Modificado C-2, M-1

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Patrón
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Est: 1.50 m - Prof.
FECHA DE ENSAYO:	10/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6006	6115	6185	6128	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1842	1951	2021	1964	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.943	2.058	2.132	2.072	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.798	1.874	1.916	1.830	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	141.38	140.19	137.81	123.95	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	131.70	128.95	125.13	111.02	
PESO DE LA TARA (gr)	12.12	14.34	12.84	13.24	
PESO DE AGUA (gr)	9.68	11.24	12.68	12.93	
PESO DE SUELO SECO (gr)	119.58	114.61	112.29	97.78	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.09	9.81	11.29	13.22	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.916	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			11.41
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 10109 Especialista en Geotecnia	 Germán Sagástegui Vasquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 71: Proctor Modificado C-2, M-2

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Patrón
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Est: 0.30 m - Prof.
FECHA DE ENSAYO:	10/07/2020	MATERIAL:	Rasante		
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10125	10335	10459	10385	
PESO DE MOLDE (gr)	6066	6066	6066	6066	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4059	4269	4393	4319	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2105	2105	2105	2105	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.928	2.028	2.087	2.052	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.802	1.860	1.879	1.818	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	156.28	141.26	156.22	126.81	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	147.02	131.01	141.77	114.26	
PESO DE LA TARA (gr)	15.18	17.68	11.35	16.55	
PESO DE AGUA (gr)	9.26	10.25	14.45	12.55	
PESO DE SUELO SECO (gr)	131.84	113.33	130.42	97.71	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.02	9.04	11.08	12.84	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.881	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			10.65
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		 Germán Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049	
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. Germán Sagástegui Vásquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 72: Proctor Modificado C-3, M-1

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	Patrón
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Est: 1.50 m - Prof.
FECHA DE ENSAYO:	10/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6110	6204	6163	6105	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1946	2040	1999	1941	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.053	2.152	2.109	2.047	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.891	1.949	1.883	1.809	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPiente N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	145.21	133.72	128.41	143.26	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	135.01	122.37	116.00	128.11	
PESO DE LA TARA (gr)	15.59	13.39	12.54	13.11	
PESO DE AGUA (gr)	10.20	11.35	12.41	15.15	
PESO DE SUELO SECO (gr)	119.42	108.98	103.46	115.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.54	10.41	11.98	13.17	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.952		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.01
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vázquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020
FECHA:		FECHA:		FECHA:	02/09/2020

Figura N° 73: Proctor Modificado C-3, M-2

➤ **PROCTOR MODIFICADO: Aceite Sulfonado + Cemento Portland Tipo I**

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	0.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 9.875 kg/m ³ Ace. Sul: 0.50 T. tipo 2
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6048	6211	6215	6000	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1884	2047	2051	1836	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.987	2.159	2.164	1.937	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.885	2.000	1.968	1.733	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	141.36	136.87	145.78	151.43	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	135.00	127.89	133.57	137.11	
PESO DE LA TARA (gr)	17.60	15.23	10.80	15.56	
PESO DE AGUA (gr)	6.36	8.98	12.21	14.32	
PESO DE SUELO SECO (gr)	117.40	112.66	122.77	121.55	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.42	7.97	9.95	11.78	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.008		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.63
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 Germán Sagástegui Vázquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vázquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 74.- Proctor Modificado C-1, M-1 (0.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	2.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 39.5 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6152	6204	6193	6153	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1998	2040	2029	1989	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.108	2.152	2.140	2.098	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.007	2.027	1.999	1.939	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	147.26	155.12	160.32	155.63	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	140.96	146.99	150.54	145.08	
PESO DE LA TARA (gr)	15.23	15.29	12.12	16.24	
PESO DE AGUA (gr)	6.30	8.13	9.78	10.55	
PESO DE SUELO SECO (gr)	125.73	131.70	138.42	128.84	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.01	6.17	7.07	8.19	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.029		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		5.88
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 194809 Especialista en Geotecnia		 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP - 126940	
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagastegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020
FECHA:		FECHA:		FECHA:	02/09/2020

Figura N° 75: Proctor Modificado C-1, M-1 (2.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS: 3.50%	
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO			Cemen: 69.12 kg/m ³	
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante	Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³	
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6120	6190	6098	5960	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1956	2026	1934	1796	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.063	2.137	2.040	1.895	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.981	2.008	1.889	1.719	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	160.87	156.34	152.14	133.49	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	154.97	147.58	141.77	122.15	
PESO DE LA TARA (gr)	13.11	11.24	12.55	11.13	
PESO DE AGUA (gr)	5.90	8.76	10.37	11.34	
PESO DE SUELO SECO (gr)	141.86	136.34	129.22	111.02	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.16	6.43	8.03	10.21	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.036		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		5.42
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 101809 Especialista en Geotecnia	 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126048		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagastegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020
FECHA:		FECHA:		FECHA:	02/09/2020

Figura N° 76: Proctor Modificado C-1, M-1 (3.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	5.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 98.75 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6160	6215	6193	6124	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1996	2051	2029	1960	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.105	2.164	2.140	2.068	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.000	2.042	1.985	1.897	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	145.26	130.45	157.76	159.31	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	138.67	123.77	147.21	147.27	
PESO DE LA TARA (gr)	13.24	11.54	12.54	13.62	
PESO DE AGUA (gr)	6.59	6.68	10.55	12.04	
PESO DE SUELO SECO (gr)	125.43	112.23	134.67	133.65	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.25	5.95	7.83	9.01	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.047		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		6.33
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 194609 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020
FECHA:		FECHA:		FECHA:	02/09/2020

Figura N° 77: Proctor Modificado C-1, M-1 (5.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	0.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 9.78 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5946	6150	6175	6025	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1782	1986	2011	1861	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.880	2.095	2.121	1.963	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.792	1.959	1.958	1.791	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPiente N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	126.55	142.35	122.66	133.24	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	121.45	134.00	114.03	122.54	
PESO DE LA TARA (gr)	17.60	13.47	10.80	11.26	
PESO DE AGUA (gr)	5.10	8.35	8.63	10.70	
PESO DE SUELO SECO (gr)	103.85	120.53	103.23	111.28	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.91	6.93	8.36	9.62	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.978	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			7.69
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 Germán Sagástegui Vázquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vázquez.
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020
FECHA:		FECHA:		FECHA:	02/09/2020

Figura N° 78: Proctor Modificado C-1, M-2 (0.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	2.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 39.14 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6135	6196	6171	6126	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1971	2032	2007	1962	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.079	2.143	2.117	2.070	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.951	1.974	1.922	1.845	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	154.68	131.99	145.23	163.24	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	155.34	122.54	133.47	146.96	
PESO DE LA TARA (gr)	12.68	12.31	17.60	13.26	
PESO DE AGUA (gr)	9.34	9.45	11.76	16.28	
PESO DE SUELO SECO (gr)	142.66	110.23	115.87	133.70	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.55	8.57	10.15	12.18	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.982		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.87
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 194809 Especialista en Geotecnia		 Germán Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049	
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. Germán Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 79: Proctor Modificado C-1, M-2 (2.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	3.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen. 06.47%
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Acc. Sulf. 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	8002	8174	8129	8021	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1838	2010	1965	1857	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.939	2.120	2.073	1.959	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.863	1.995	1.919	1.778	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	145.32	139.67	145.23	163.24	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	140.30	132.15	135.55	149.23	
PESO DE LA TARA (gr)	17.60	12.12	14.51	11.62	
PESO DE AGUA (gr)	5.02	7.52	9.68	14.01	
PESO DE SUELO SECO (gr)	122.70	120.03	121.04	137.61	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.09	6.27	8.00	10.18	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.996	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			6.07
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 80: Proctor Modificado C-1, M-2 (3.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	5.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 97.85 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6133	6165	6162	6058	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1969	2001	1998	1894	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.077	2.111	2.108	1.998	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.998	1.996	1.964	1.823	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	145.23	133.74	137.45	145.21	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	140.12	127.22	129.12	134.00	
PESO DE LA TARA (gr)	10.80	13.56	15.15	16.80	
PESO DE AGUA (gr)	5.11	6.52	8.33	11.21	
PESO DE SUELO SECO (gr)	129.32	113.66	113.97	117.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.95	5.74	7.31	9.56	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.000		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		4.76
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191209 Especialista en Geotecnia	 Germán Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 120040		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagástegui Vásquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 81: Proctor Modificado C-1, M-2 (5.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	MI	DATOS COMPLEMENTARIOS:	0.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 10.28 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6103	6229	6200	6021	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1939	2065	2036	1857	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.045	2.178	2.148	1.959	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.959	2.060	2.003	1.805	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	155.32	132.55	154.36	147.65	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	149.32	126.03	145.01	137.43	
PESO DE LA TARA (gr)	13.13	12.21	15.47	17.60	
PESO DE AGUA (gr)	6.00	6.52	9.35	10.22	
PESO DE SUELO SECO (gr)	136.19	113.82	129.54	119.83	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.41	5.73	7.22	8.53	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.063		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		6.00
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 12606	
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagastegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020
FECHA:		FECHA:		FECHA:	02/09/2020

Figura N° 82: Proctor Modificado C-2, M-1 (0.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	2.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 42.14 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6178	6233	6206	6143	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2014	2069	2042	1979	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.124	2.182	2.154	2.088	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.037	2.074	2.016	1.930	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	164.23	172.22	146.41	146.27	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	158.12	164.47	137.82	136.25	
PESO DE LA TARA (gr)	15.23	16.80	12.12	13.09	
PESO DE AGUA (gr)	6.11	7.75	8.59	10.02	
PESO DE SUELO SECO (gr)	142.89	147.67	125.70	123.16	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.28	5.25	6.83	8.14	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.074		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		5.27
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191889 Especialista en Geotecnia	 Germán Sagástegui Vasquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 83: Proctor Modificado C-2, M-1 (2.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	3.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 71.96 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6122	6245	6218	6111	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1958	2081	2054	1947	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.065	2.195	2.167	2.054	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.989	2.080	2.023	1.875	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPiente N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	154.21	164.21	150.11	148.76	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	148.96	156.23	141.32	137.12	
PESO DE LA TARA (gr)	13.15	12.60	17.60	15.40	
PESO DE AGUA (gr)	5.25	7.98	8.79	11.64	
PESO DE SUELO SECO (gr)	135.81	143.63	123.72	121.72	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.87	5.56	7.10	9.56	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.080		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		5.48
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagastegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 84: Proctor Modificado C-2, M-1 (3.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	5.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 102.8 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6173	6243	6233	6178	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	2009	2079	2069	2014	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.119	2.193	2.182	2.124	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.056	2.098	2.065	1.979	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	136.74	180.33	155.62	156.39	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	133.00	173.24	147.85	146.72	
PESO DE LA TARA (gr)	12.12	16.80	10.80	15.27	
PESO DE AGUA (gr)	3.74	7.09	7.77	9.67	
PESO DE SUELO SECO (gr)	120.88	156.44	137.05	131.45	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.09	4.53	5.67	7.36	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.099		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		4.34
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		 Germán Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049	
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020
FECHA:		FECHA:		FECHA:	02/09/2020

Figura N° 85: Proctor Modificado C-2, M-1 (5.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	0.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 9.58 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6023	6175	6078	5845	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1859	2011	1914	1681	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.961	2.121	2.019	1.773	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.805	1.920	1.798	1.555	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	124.20	119.20	121.70	136.40	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	115.44	109.05	110.22	121.47	
PESO DE LA TARA (gr)	14.19	12.12	16.80	15.23	
PESO DE AGUA (gr)	8.76	10.15	11.48	14.93	
PESO DE SUELO SECO (gr)	101.25	96.93	93.42	106.24	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.65	10.47	12.29	14.05	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.921	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			10.31
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 Germán Sagástegui Vázquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagástegui Vázquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 86: Proctor Modificado C-2, M-2 (0.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	2.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 38.32 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NUMERO DE CAPAS	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6021	6152	6172	6002	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1857	1988	2008	1838	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.959	2.097	2.118	1.939	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.811	1.915	1.900	1.721	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	152.34	134.33	124.75	176.24	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	141.68	123.68	113.24	158.16	
PESO DE LA TARA (gr)	10.80	11.54	12.89	15.24	
PESO DE AGUA (gr)	10.66	10.65	11.51	18.08	
PESO DE SUELO SECO (gr)	130.88	112.14	100.35	142.92	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.14	9.50	11.47	12.65	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.943	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			10.42
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 91809 Especialista en Geotecnia		 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126048	
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elias Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 87: Proctor Modificado C-2, M-2 (2.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	3.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 67.06 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6032	6174	6144	6085	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1868	2010	1980	1921	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.970	2.120	2.089	2.026	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.858	1.959	1.873	1.808	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	152.33	128.67	136.70	140.36	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	144.35	120.03	123.68	127.04	
PESO DE LA TARA (gr)	12.12	15.23	10.80	16.80	
PESO DE AGUA (gr)	7.98	8.64	13.02	13.32	
PESO DE SUELO SECO (gr)	132.23	104.80	112.88	110.24	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.03	8.24	11.53	12.08	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.976	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			9.35
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING CIVIL CIP N° 191808 Especialista en Geotecnia		 German Sagástegui Vázquez ING. CIVIL CIP: 126049	
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vázquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020
FECHA:		FECHA:		FECHA:	02/09/2020

Figura N° 88: Proctor Modificado C-2, M-2 (3.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	5.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 95.8 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Acc. Sulf: 0.30 L/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6098	6202	6122	6076	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1934	2038	1958	1912	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.040	2.150	2.065	2.017	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.920	1.974	1.867	1.792	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	152.34	144.67	144.36	163.27	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	144.03	133.89	131.68	146.80	
PESO DE LA TARA (gr)	10.80	12.54	12.50	15.24	
PESO DE AGUA (gr)	8.31	10.78	12.68	16.47	
PESO DE SUELO SECO (gr)	133.23	121.35	119.18	131.56	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.24	8.88	10.64	12.52	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.002		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.79
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP: 91809 Especialista en Geotecnia	 Germán Sagástegui Vasquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagástegui Vásquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 89: Proctor Modificado C-2, M-2 (5.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	0.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 9.405 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5981	6098	6142	6010	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1817	1934	1978	1846	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.917	2.040	2.086	1.947	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.806	1.884	1.892	1.733	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	152.47	142.65	156.82	174.34	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	144.34	132.68	143.64	156.75	
PESO DE LA TARA (gr)	11.35	12.12	17.60	14.14	
PESO DE AGUA (gr)	8.13	9.97	12.98	17.59	
PESO DE SUELO SECO (gr)	132.99	120.56	126.04	142.61	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.11	8.27	10.30	12.33	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.903		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.52
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 101809 Especialista en Geotecnia	 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126048		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 90: Proctor Modificado C-3, M-1 (0.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	2.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 37.62 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5872	6025	6160	6084	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1708	1861	1996	1920	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.802	1.963	2.105	2.025	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.712	1.828	1.926	1.818	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	142.36	136.47	142.65	140.65	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	135.87	128.11	131.96	127.36	
PESO DE LA TARA (gr)	12.31	15.26	17.60	10.80	
PESO DE AGUA (gr)	6.49	8.36	10.67	13.29	
PESO DE SUELO SECO (gr)	123.56	112.85	114.38	116.56	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.25	7.41	9.33	11.40	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.929	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			9.67
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP IV 191889 Especialista en Geotecnia	 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 91: Proctor Modificado C-3, M-1 (2.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	3.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cement: 0.5.033
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m3
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5879	6032	6160	6029	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1715	1868	1996	1865	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.809	1.970	2.105	1.967	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.739	1.856	1.949	1.781	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPiente N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	141.30	142.36	136.50	142.60	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	136.51	135.00	127.18	130.65	
PESO DE LA TARA (gr)	17.60	15.23	10.80	16.19	
PESO DE AGUA (gr)	4.79	7.36	9.32	11.95	
PESO DE SUELO SECO (gr)	118.91	119.77	116.38	114.46	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.03	6.15	8.01	10.44	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.952		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.35
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 92: Proctor Modificado C-3, M-1 (3.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	5.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 94.05 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5862	6125	6180	6003	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1698	1961	2016	1839	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.791	2.069	2.127	1.940	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.736	1.953	1.982	1.776	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPiente N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	147.80	136.80	142.30	136.54	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	143.56	130.00	133.65	126.40	
PESO DE LA TARA (gr)	10.80	15.23	15.16	16.80	
PESO DE AGUA (gr)	4.24	6.80	8.65	10.14	
PESO DE SUELO SECO (gr)	132.76	114.77	118.49	109.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.19	5.92	7.30	9.25	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.985		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.02
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 Germán Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126040		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. Germán Sagástegui Vásquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 93: Proctor Modificado C-3, M-1 (5.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO			0.50%	
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante	Cemen: 9.76 kg/m ³ Acc. Sulf: 0.30 L/m ³	
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5924	6125	6180	6130	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1760	1961	2016	1966	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.857	2.069	2.127	2.074	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.768	1.921	1.958	1.876	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	153.60	151.34	136.50	142.60	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	147.00	141.65	126.52	130.55	
PESO DE LA TARA (gr)	15.36	15.23	10.80	16.19	
PESO DE AGUA (gr)	6.60	9.69	9.98	12.05	
PESO DE SUELO SECO (gr)	131.64	126.42	115.72	114.36	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.01	7.66	8.62	10.54	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.961		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.98
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		 German Sagástegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126048	
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagástegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020
FECHA:		FECHA:		FECHA:	02/09/2020

Figura N° 94: Proctor Modificado C-3, M-2 (0.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	2.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 39.04 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6140	6245	6240	6172	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1976	2081	2076	2008	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.084	2.195	2.190	2.118	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.950	2.007	1.974	1.882	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	164.32	124.36	152.27	157.83	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	154.72	114.87	138.47	141.92	
PESO DE LA TARA (gr)	15.59	13.39	12.54	15.08	
PESO DE AGUA (gr)	9.60	9.49	13.80	15.91	
PESO DE SUELO SECO (gr)	139.13	101.48	125.93	126.84	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.90	9.35	10.96	12.54	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.007		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 9.26		
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	 German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña	NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 95: Proctor Modificado C-3, M-2 (2.00 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	3.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 68.32 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6120	6210	6235	6140	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1956	2046	2071	1976	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.063	2.158	2.185	2.084	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.952	2.008	2.004	1.873	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	147.98	130.62	142.31	126.33	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	140.77	122.35	132.00	115.21	
PESO DE LA TARA (gr)	14.14	12.12	17.60	16.54	
PESO DE AGUA (gr)	7.21	8.27	10.31	11.12	
PESO DE SUELO SECO (gr)	126.63	110.23	114.40	98.67	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.69	7.50	9.01	11.27	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.013		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.15
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		 Germán Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049	
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. Demetrio Carranza Peña
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	Ing. German Sagastegui Vásquez
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020

Figura N° 96: Proctor Modificado C-3, M-2 (3.50 %)

PROTOCOLO					
ENSAYO:	"PROCTOR MODIFICADO"				
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-115/ ASTM D-1557/ AASHTO T-180 D				
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020				
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:	5.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 97.60 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Subrasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"				
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	25				
NÚMERO DE CAPAS	5				
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6157	6222	6215	6172	
PESO DE MOLDE (gr)	4164	4164	4164	4164	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1993	2058	2051	2008	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.102	2.171	2.164	2.118	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.988	2.019	1.971	1.902	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	147.35	154.37	150.31	159.28	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	140.01	144.34	138.22	144.29	
PESO DE LA TARA (gr)	12.54	11.35	14.34	12.36	
PESO DE AGUA (gr)	7.34	10.03	12.09	14.99	
PESO DE SUELO SECO (gr)	127.47	132.99	123.88	131.93	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.76	7.54	9.76	11.36	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.019		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.38
CURVA DE COMPACTACIÓN					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		Bach. Elías, Enrique Silva Navarro		Ing. Demetrio Carranza Peña	
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020	

Figura N° 97: Proctor Modificado C-3, M-2 (5.00 %)

❖ **CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR):**

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-1		MUESTRA:		MI		DATOS COMPLEMENTARIOS:		Patrón			
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO						Est: 0.30 m - Prof.					
FECHA DE ENSAYO:		11/07/2020		MATERIAL:		Rasante		Método "A"					
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		1.975		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000		Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		9.10 %				ANILLO:		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°													
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12837		12647		12402							
Peso de molde (gr)		8329		8375		8340							
Peso del suelo húmedo (gr)		4508		4272		4062							
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2104							
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.145		2.032		1.931							
Humedad (%)		8.89		8.88		8.67							
Densidad seca (gr/cm ³)		1.970		1.866		1.777							
Tarro N°		S/N		S/N		S/N							
Tarro + Suelo húmedo (gr)		148.27		155.24		162.41							
Tarro + Suelo seco (gr)		137.33		143.62		150.68							
Peso del Agua (gr)		10.94		11.62		11.73							
Peso del tarro (gr)		14.21		12.76		15.38							
Peso del suelo seco (gr)		123.12		130.86		135.30							
Humedad (%)		8.89		8.88		8.67							
Promedio de Humedad (%)		8.89		8.88		8.67							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
24/03/2019	16:00					0.01	0.0	0.0					
25/03/2019	16:00	24				0.26	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0		
26/03/2019	16:00	48	0.01	0.0	0.0	0.29	0.0	0.0	0.12	0.0	0.0		
27/03/2019	16:00	72	0.01	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0		
28/03/2019	16:00	96	0.02	0.0	0.0								
				0.004				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		84.2	4			78.4	4			56.2	3		
0.050		157.0	8			154.6	8			122.5	6		
0.075		264.4	13			221.1	11			186.7	9		
0.100	70.3	333.0	17	15.3	21.8	281.6	14	12.82	18.2	243.9	12	10.78	15.3
0.150		491.2	20			329.1	17			298.8	15		
0.200	105.5	561.9	29	30.5	28.9	454.5	23	25.60	24.3	367.1	19	21.32	20.2
0.250		737.7	37			618.3	31			512.4	26		
0.300		911.4	46			770.1	39			643.8	33		
0.400		1152.0	59			953.4	48			803.1	41		
0.500		1348.0	68			1086.0	55			932.2	47		
RESPONSABLES DEL ENSAYO													
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 0									

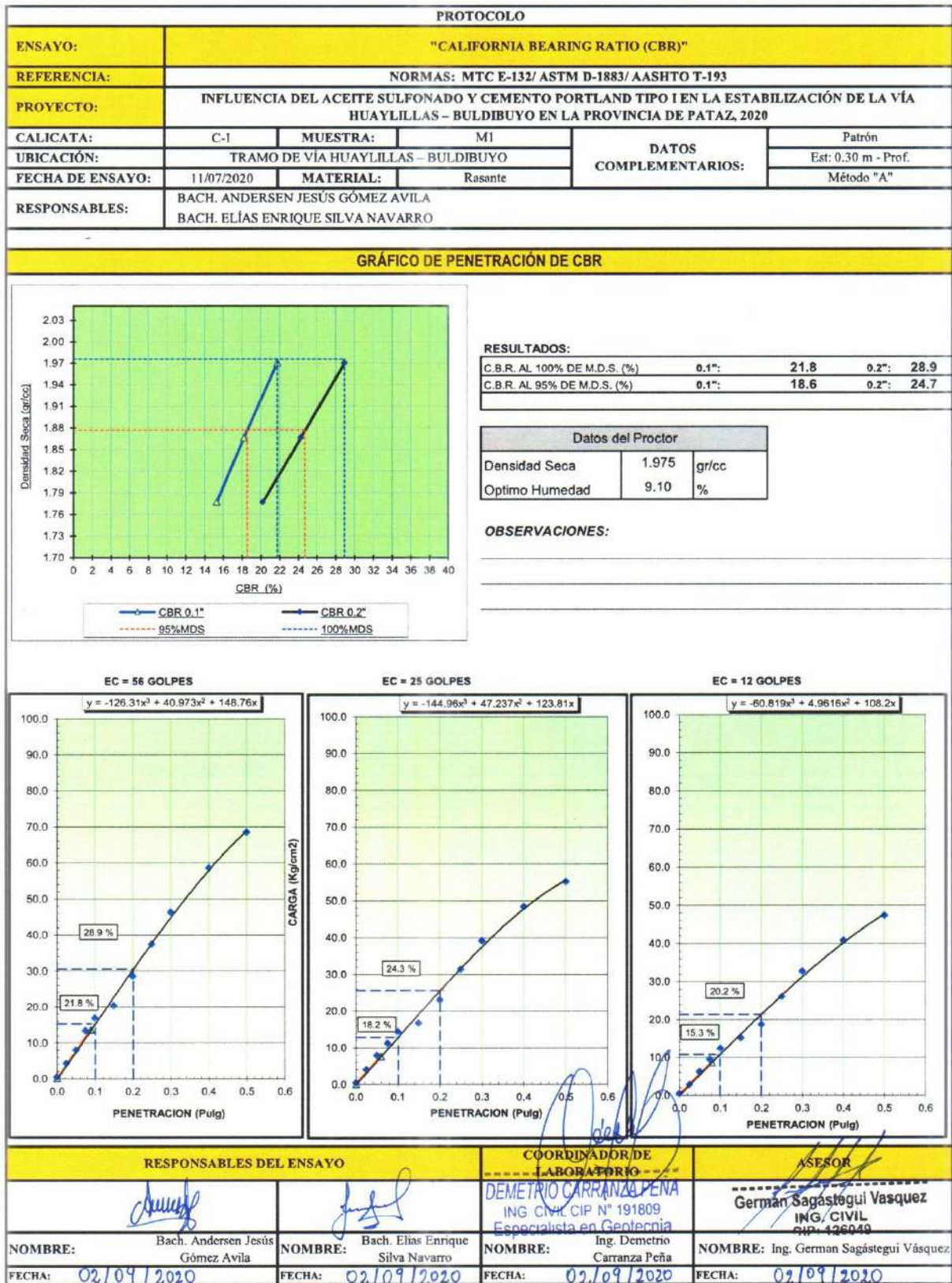


Figura N° 99: Ensayo de CBR C-1, M-1

PROTOCOLO															
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"													
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193													
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020													
CALICATA:		C-1	MUESTRA:		M2		DATOS COMPLEMENTARIOS:				Patrón				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Est: 1.50 m - Prof.									
FECHA DE ENSAYO:		11/07/2020		MATERIAL:		Subrasante						Método "A"			
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO													
DATOS DEL PROCTOR															
MAXIMA DENSIDAD SECA		1.957		g/cm ³		CAPACIDAD		10000		Lbs.					
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		9.34 %				ANILLO		1							
ENSAYO DE CBR															
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193															
Molde N°		5				5				5					
N° Capa		56				25				12					
Golpes por capa N°		56				25				12					
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12314				12011				11775					
Peso de molde (gr)		7790				7760				7755					
Peso del suelo húmedo (gr)		4524				4251				4020					
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2104					
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.152				2.022				1.911					
Humedad (%)		9.28				8.88				8.67					
Densidad seca (gr/cm ³)		1.969				1.857				1.759					
Tarro N°		S/N				S/N				S/N					
Tarro + Suelo húmedo (gr)		148.27				155.24				162.41					
Tarro + Suelo seco (gr)		136.89				143.62				150.68					
Peso del Agua (gr)		11.38				11.62				11.73					
Peso del tarro (gr)		14.21				12.76				15.38					
Peso del suelo seco (gr)		122.68				130.86				135.30					
Humedad (%)		9.28				8.88				8.67					
Promedio de Humedad (%)		9.28				8.88				8.67					
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
24/03/2019	16:00														
25/03/2019	16:00	24				0.01	0.0	0.0							
26/03/2019	16:00	48	0.01	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0				
27/03/2019	16:00	72	0.01	0.0	0.0	0.29	0.0	0.0	0.12	0.0	0.0				
28/03/2019	16:00	96	0.02	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0				
				0.004						% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN															
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11					
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%		
			0				0				0				
0.025		59.3	3			18.1	1			15.3	1				
0.050		85.0	4			43.7	2			36.7	2				
0.075		114.1	6			84.9	4			89.4	4				
0.100	70.3	138.0	7	5.7	8.2	113.6	6	5.20	7.4	88.6	4	4.12	5.9		
0.150		162.5	8			139.2	7			115.3	6				
0.200	105.5	220.0	11	10.7	10.1	196.4	10	9.89	9.4	143.2	7	8.16	7.8		
0.250		250.1	13			243.1	12			200.9	10				
0.300		311.2	16			285.4	14			246.1	12				
0.400		362.8	18			322.6	16			284.5	14				
0.500		436.9	22			385.7	20			328.1	17				
RESPONSABLES DEL ENSAYO															
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA				ING. GERMAN SAGASTEGUI VÁSQUEZ			
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020			

Figura N° 100: Ensayo de CBR C-1, M-2

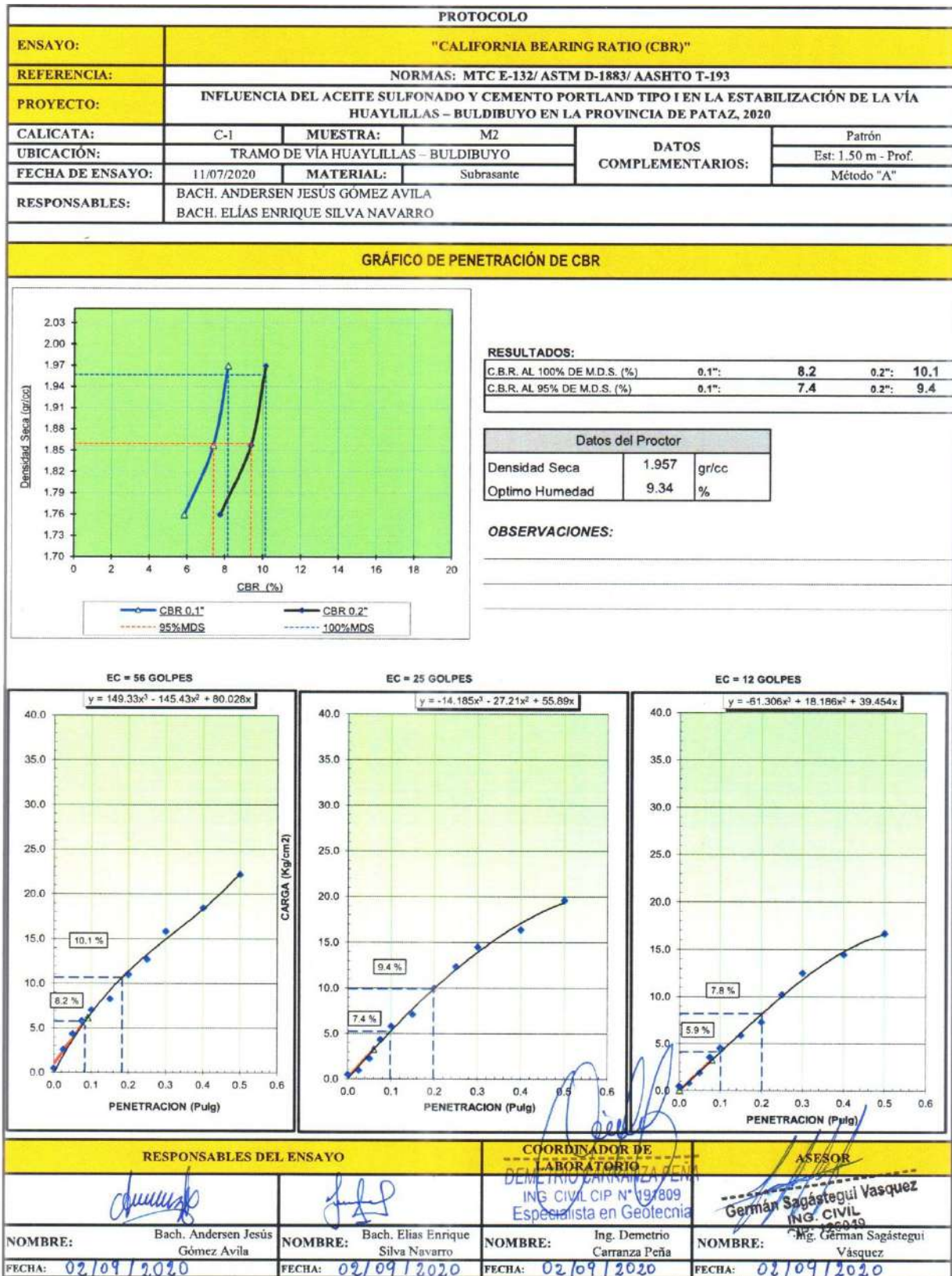


Figura N° 101: Ensayo de CBR C-1, M-2

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-2	MUESTRA:		M1		DATOS COMPLEMENTARIOS:			Patrón			
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Est: 0.30 m - Prof.							
FECHA DE ENSAYO:		11/07/2020	MATERIAL:		Rasante					Método "B"			
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESUS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		2.056		g/cm ³		CAPACIDAD		10000		Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		7.73 %				ANILLO		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°		56		25		12							
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12904		12893		12700							
Peso de molde (gr)		8172		8438		8442							
Peso del suelo húmedo (gr)		4732		4455		4258							
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2104							
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.251		2.119		2.024							
Humedad (%)		7.70		7.24		7.09							
Densidad seca (gr/cm ³)		2.090		1.976		1.890							
Tarro N°		S/N		S/N		S/N							
Tarro + Suelo húmedo (gr)		145.68		152.36		162.41							
Tarro + Suelo seco (gr)		136.28		142.94		152.68							
Peso del Agua (gr)		9.40		9.42		9.73							
Peso del tarro (gr)		14.21		12.76		15.38							
Peso del suelo seco (gr)		122.07		130.18		137.30							
Humedad (%)		7.70		7.24		7.09							
Promedio de Humedad (%)		7.70		7.24		7.09							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
24/03/2019	16:00												
25/03/2019	16:00	24				0.01	0.0	0.0					
26/03/2019	16:00	48	0.01	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0		
27/03/2019	16:00	72	0.01	0.0	0.0	0.29	0.0	0.0	0.12	0.0	0.0		
28/03/2019	16:00	96	0.02	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0		
				0.004				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		56.0	3			44.3	2			23.4	1		
0.050		80.0	4			87.3	4			32.0	2		
0.075		142.0	7			119.4	6			87.5	4		
0.100	70.3	235.6	12	13.8	19.6	150.2	8	7.10	10.1	123.5	6	5.81	8.3
0.150		375.7	19			181.9	9			171.6	9		
0.200	105.5	499.4	25	28.8	27.3	257.4	12	14.78	14.0	227.4	12	11.48	10.9
0.250		772.3	39			368.5	19			287.2	15		
0.300		800.3	41			455.5	23			364.1	18		
0.400		962.4	49			602.3	31			422.0	21		
0.500		1080.5	55			721.6	37			583.2	30		
RESPONSABLES DEL ENSAYO													
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro		NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña		NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez		NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez		NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez			
FECHA: 02/04/2020		FECHA: 02/04/2020		FECHA: 02/04/2020		FECHA: 02/04/2020		FECHA: 02/04/2020		FECHA: 02/04/2020			

Figura N° 102: Ensayo de CBR C-2, M-1

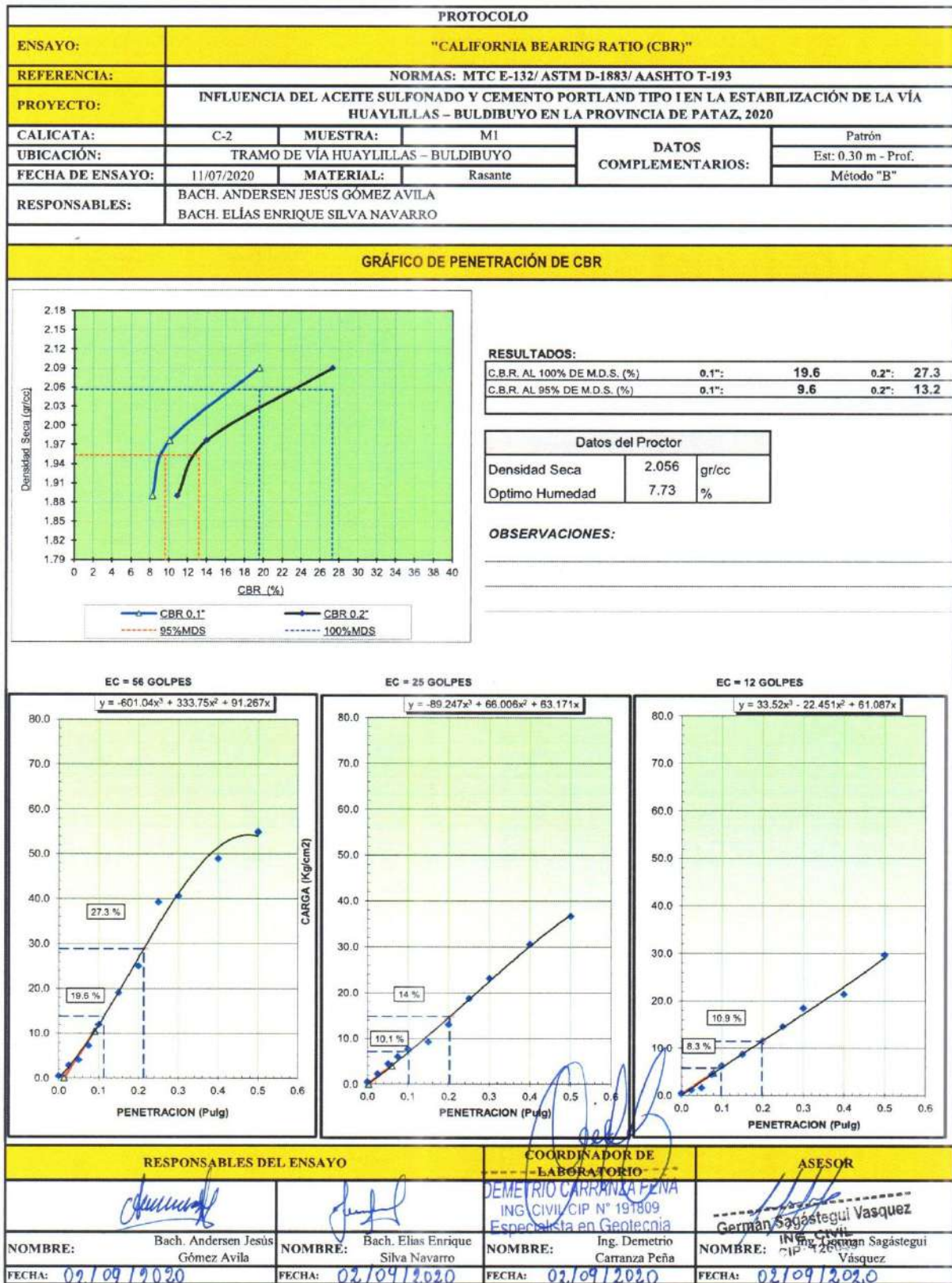


Figura N° 103: Ensayo de CBR C-2, M-1

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-2	MUESTRA:		M2		DATOS COMPLEMENTARIOS:			Patrón			
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Est: 1.50 m - Prof:							
FECHA DE ENSAYO:		11/07/2020		MATERIAL:		Subrasante					Método "A"		
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESUS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		:		1.916		g/cm ³		CAPACIDAD		:		10000	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		:		11.41 %				ANILLO		:		1	
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5				5				5			
N° Capa		56				25				12			
Golpes por capa N°		56				25				12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		1265.1				1270.1				1242.5			
Peso de molde (gr)		818.4				842.9				843.1			
Peso del suelo húmedo (gr)		446.7				427.2				399.4			
Volumen del molde (cm ³)		210.2				210.2				210.4			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.125				2.032				1.898			
Humedad (%)		10.44				10.80				10.23			
Densidad seca (gr/cm ³)		1.924				1.834				1.722			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		162.48				151.38				157.29			
Tarro + Suelo seco (gr)		148.31				137.92				144.24			
Peso del Agua (gr)		14.17				13.46				13.05			
Peso del tarro (gr)		12.62				13.27				16.62			
Peso del suelo seco (gr)		135.69				124.65				127.62			
Humedad (%)		10.44				10.80				10.23			
Promedio de Humedad (%)		10.44				10.80				10.23			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
24/03/2019	16:00												
25/03/2019	16:00	24				0.01	0.0	0.0					
26/03/2019	16:00	48	0.01	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0		
27/03/2019	16:00	72	0.01	0.0	0.0	0.29	0.0	0.0	0.12	0.0	0.0		
28/03/2019	16:00	96	0.02	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0		
				0.004				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		39.5	2			39.3	2			23.9	1		
0.050		74.4	4			60.0	3			47.1	2		
0.075		104.8	5			78.3	4			62.5	3		
0.100	70.3	127.2	6	5.2	7.5	91.4	5	4.15	5.9	83.6	4	3.44	4.9
0.150		151.9	8			101.2	5			96.1	5		
0.200	105.5	190.4	10	9.8	9.3	136.4	7	7.63	7.2	119.2	6	6.38	6.0
0.250		236.4	12			182.1	9			146.7	7		
0.300		282.7	14			222.5	11			186.5	9		
0.400		321.6	16			264.5	13			218.7	11		
0.500		387.1	20			312.4	15			254.1	13		
RESPONSABLES DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro		NOMBRE: Demetrio Carranza Peña				NOMBRE: German Sagastegui Vásquez					
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 104: Ensayo de CBR C-2, M-2

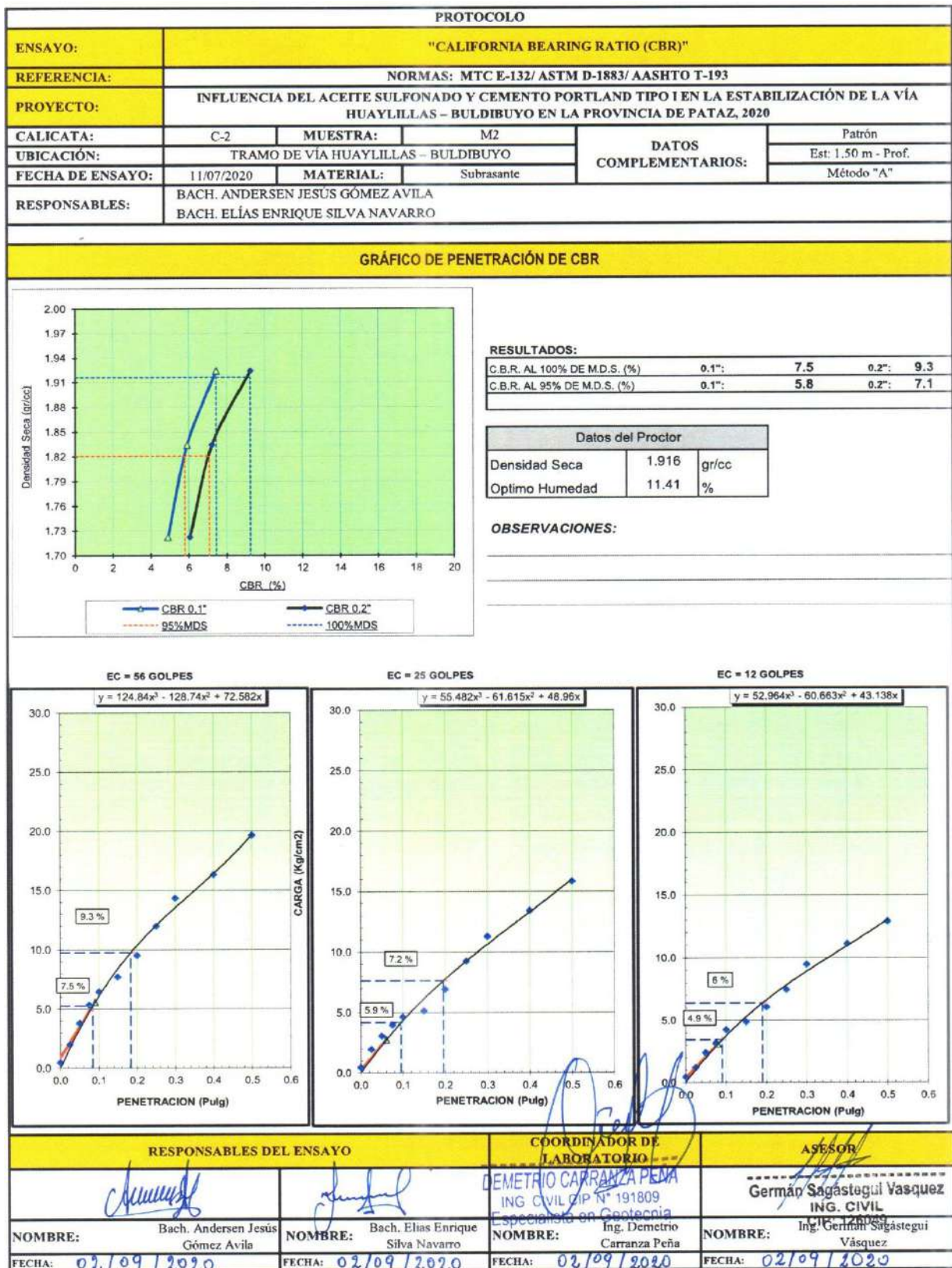


Figura N° 105: Ensayo de CBR C-2, M-2

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-3		MUESTRA:		M1		DATOS COMPLEMENTARIOS:			Patrón		
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO									Est: 0.30 m - Prof.		
FECHA DE ENSAYO:		11/07/2020		MATERIAL:		Rasante					Método "B"		
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESUS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA :		1.881		g/cm ³		CAPACIDAD :		10000		Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :		10.65 %				ANILLO :		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5				5				5			
N° Capa		56				25				12			
Golpes por capa N°		56				25				12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12814				12475				12361			
Peso de molde (gr)		8470				8310				8430			
Peso del suelo húmedo (gr)		4344				4165				3931			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2104			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.067				1.981				1.868			
Humedad (%)		10.29				10.47				9.96			
Densidad seca (gr/cm ³)		1.874				1.793				1.699			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		162.34				163.29				156.28			
Tarro + Suelo seco (gr)		148.71				149.27				143.32			
Peso del Agua (gr)		13.63				14.02				12.96			
Peso del tarro (gr)		16.28				15.32				13.20			
Peso del suelo seco (gr)		132.43				133.95				130.12			
Humedad (%)		10.29				10.47				9.96			
Promedio de Humedad (%)		10.29				10.47				9.96			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
24/03/2019	16:00					0.01	0.0	0.0					
25/03/2019	16:00	24				0.26	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0		
26/03/2019	16:00	48	0.01	0.0	0.0	0.29	0.0	0.0	0.12	0.0	0.0		
27/03/2019	16:00	72	0.01	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0		
28/03/2019	16:00	96	0.02	0.0	0.0								
				0.004				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		184.0	10			70.2	4			53.2	3		
0.060		284.0	15			156.4	8			114.7	6		
0.075		303.0	16			230.1	12			186.2	10		
0.100	70.3	377.0	20	14.2	20.2	283.0	15	12.95	18.4	243.1	13	10.61	15.1
0.150		401.2	21			324.4	17			301.4	16		
0.200	105.5	474.5	24	26.2	24.8	431.9	23	22.83	21.6	365.2	19	19.58	18.6
0.250		576.4	31			496.6	26			425.8	23		
0.300		666.5	36			561.6	30			511.4	27		
0.400		801.1	43			732.5	39			631.9	34		
0.500		902.3	48			822.4	44			791.3	37		
RESPONSABLES DEL ENSAYO													
BACH. ANDERSEN JESUS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR	
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila				NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro				DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia				GERMÁN SAGASTEGUI VÁSQUEZ ING. CIVIL	
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020	

Figura N° 106: Ensayo de CBR C-3, M-1

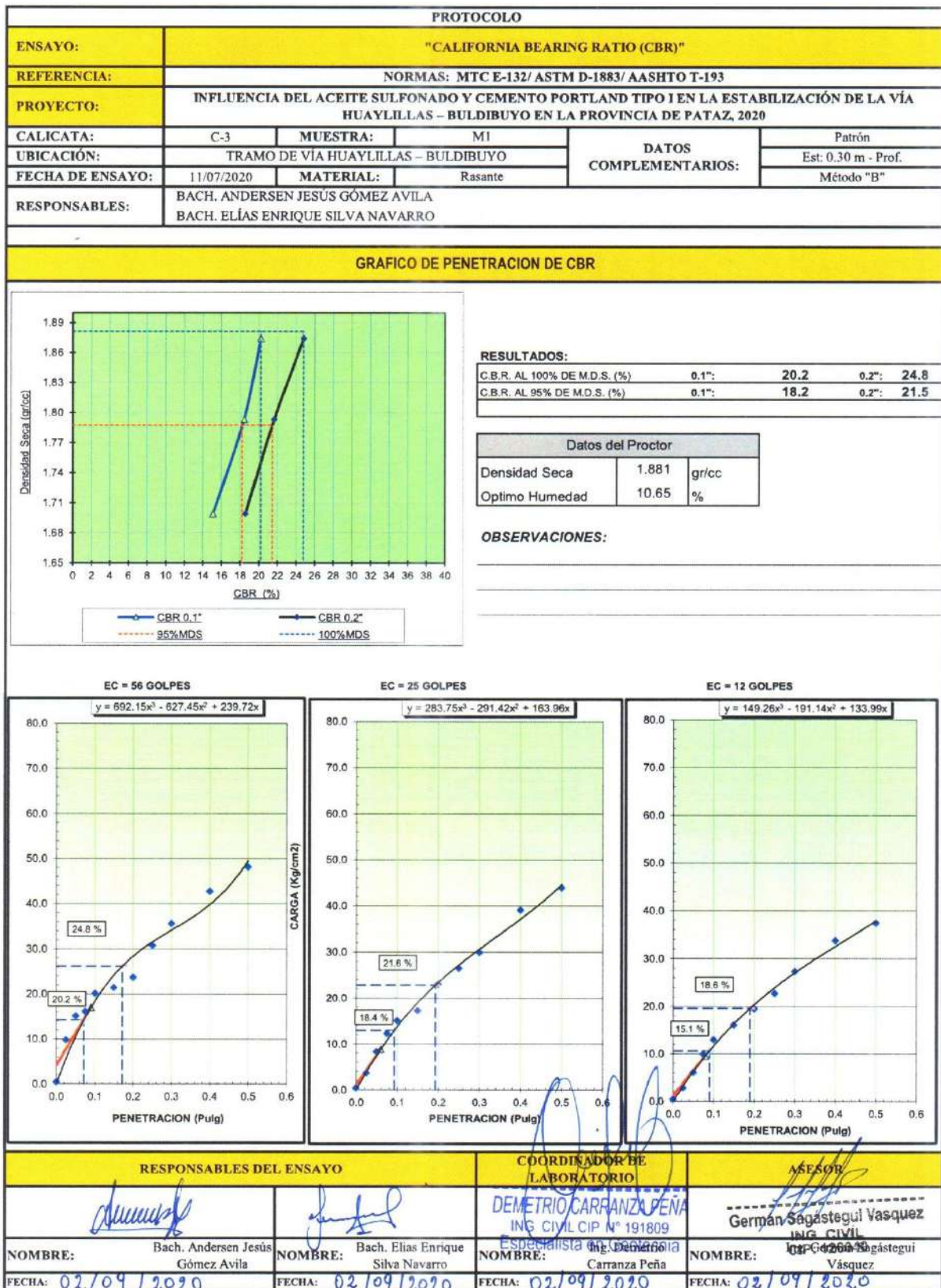


Figura N° 107: Ensayo de CBR C-3, M-1

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-3		MUESTRA:		M2		DATOS COMPLEMENTARIOS:				Patrón	
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO										Est: 1.50 m - Prof.	
FECHA DE ENSAYO:		11/07/2020		MATERIAL:		Subrasante						Método "B"	
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		1.952		g/cm ³		CAPACIDAD		10000		Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		10.01 %				ANILLO		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°													
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12288				12056				11872			
Peso de molde (gr)		7760				7755				7790			
Peso del suelo húmedo (gr)		4528				4301				4082			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2104			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.154				2.046				1.940			
Humedad (%)		10.12				9.18				9.33			
Densidad seca (gr/cm ³)		1.956				1.874				1.774			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		161.23				146.82				163.21			
Tarro + Suelo seco (gr)		148.03				135.38				150.41			
Peso del Agua (gr)		13.20				11.44				12.80			
Peso del tarro (gr)		17.60				10.80				13.20			
Peso del suelo seco (gr)		130.43				124.58				137.21			
Humedad (%)		10.12				9.18				9.33			
Promedio de Humedad (%)		10.12				9.18				9.33			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
24/03/2019	16:00												
25/03/2019	16:00	24				0.01	0.0	0.0					
26/03/2019	16:00	48	0.01	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0		
27/03/2019	16:00	72	0.01	0.0	0.0	0.29	0.0	0.0	0.12	0.0	0.0		
28/03/2019	16:00	96	0.02	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0		
				0.004				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4		MOLDE N° 8		MOLDE N° 11							
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		53.0	3			21.4	1			14.6	1		
0.050		82.4	4			36.4	2			29.7	2		
0.075		112.6	6			77.6	4			55.4	3		
0.100	70.3	155.9	8	6.6	9.4	110.2	6	5.07	7.2	90.1	5	3.97	5.6
0.150		198.7	10			140.1	7			109.7	6		
0.200	105.5	237.1	12	12.4	11.8	190.2	10	9.91	9.4	139.8	7	8.08	7.7
0.250		295.4	15			233.6	12			200.4	10		
0.300		354.2	18			288.4	15			234.7	12		
0.400		403.1	21			305.1	18			287.6	15		
0.500		451.7	23			321.7	18			319.7	16		
RESPONSABLES DEL ENSAYO													
COORDINADOR DE LABORATORIO				ASISTENTE									
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				DEMETRIO CARRANZA PEÑA				German Sagastegui Vásquez					
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila				NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro				NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 108: Ensayo de CBR C-3, M-2

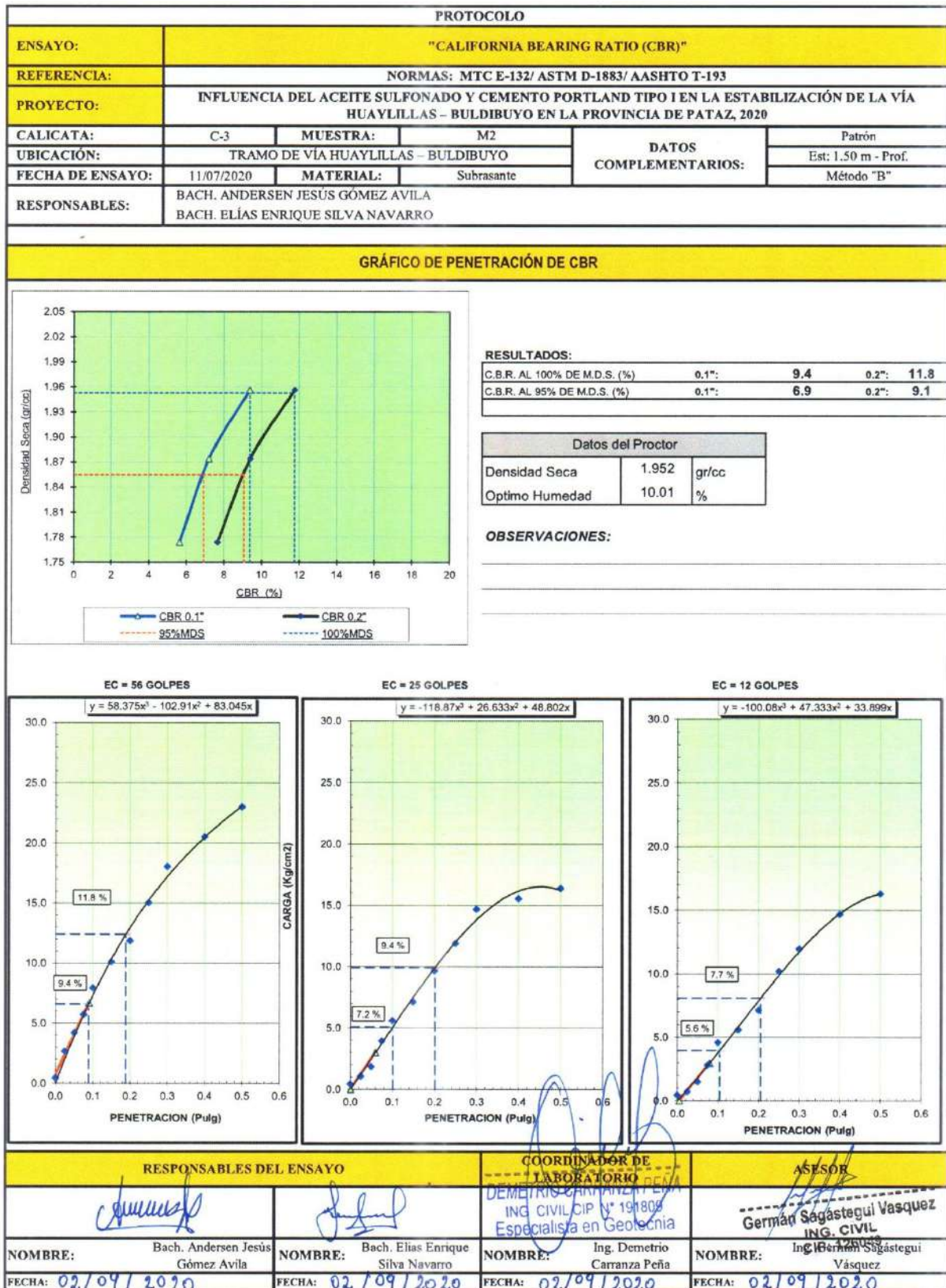


Figura N° 109: Ensayo de CBR C-3, M-2

➤ **C.B.R: Aceite Sulfonado + Cemento Portland Tipo I**

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-1		MUESTRA:		M1				0.50%			
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO								DATOS COMPLEMENTARIOS:		Cemen: 9.875 kg/m ³	
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020		MATERIAL:		Rasante				Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³			
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		2.008		g/cm ³		CAPACIDAD :		10000		Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		8.63 %				ANILLO :		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°													
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12310				12598				12220			
Peso de molde (gr)		7750				8184				8140			
Peso del suelo húmedo (gr)		4560				4414				4080			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.169				2.100				1.907			
Humedad (%)		7.93				7.49				7.32			
Densidad seca (gr/cm ³)		2.010				1.954				1.777			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		100.25				96.54				95.12			
Tarro + Suelo seco (gr)		94.00				90.96				89.74			
Peso del Agua (gr)		6.25				5.58				5.38			
Peso del tarro (gr)		15.23				16.45				16.20			
Peso del suelo seco (gr)		78.77				74.51				73.54			
Humedad (%)		7.93				7.49				7.32			
Promedio de Humedad (%)		7.93				7.49				7.32			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4		MOLDE N° 8		MOLDE N° 11							
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION						
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		120.3	6			98.7	5			61.1	3		
0.050		233.4	11			154.6	8			102.6	5		
0.075		345.6	17			245.7	12			158.7	8		
0.100	70.5	411.6	20	19.8	28.1	386.4	19	16.20	23.0	247.8	12	10.47	14.9
0.150		567.9	28			456.0	22			304.5	15		
0.200	105.7	622.3	30	32.0	30.2	601.3	29	29.03	27.5	406.7	20	20.81	19.7
0.250		707.6	35			685.0	33			518.3	25		
0.300		822.8	40			785.0	38			648.7	32		
0.400		984.6	48			996.0	49			777.2	38		
0.500		1120.7	55			1087.0	50			909.0	44		
RESPONSABLES DEL ENSAYO													
COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR									
ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia				ING. CIVIL CIP N° 128049									
Bach. Andersen Jesús Gómez Avila				Bach. Elías Enrique Silva Navarro									
Ing. Demetrio Carranza Peña				Ing. Demetrio Sagástegui Vásquez									
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020									

Figura N° 110: Ensayo de CBR C-1, M-1 (0.50 %)

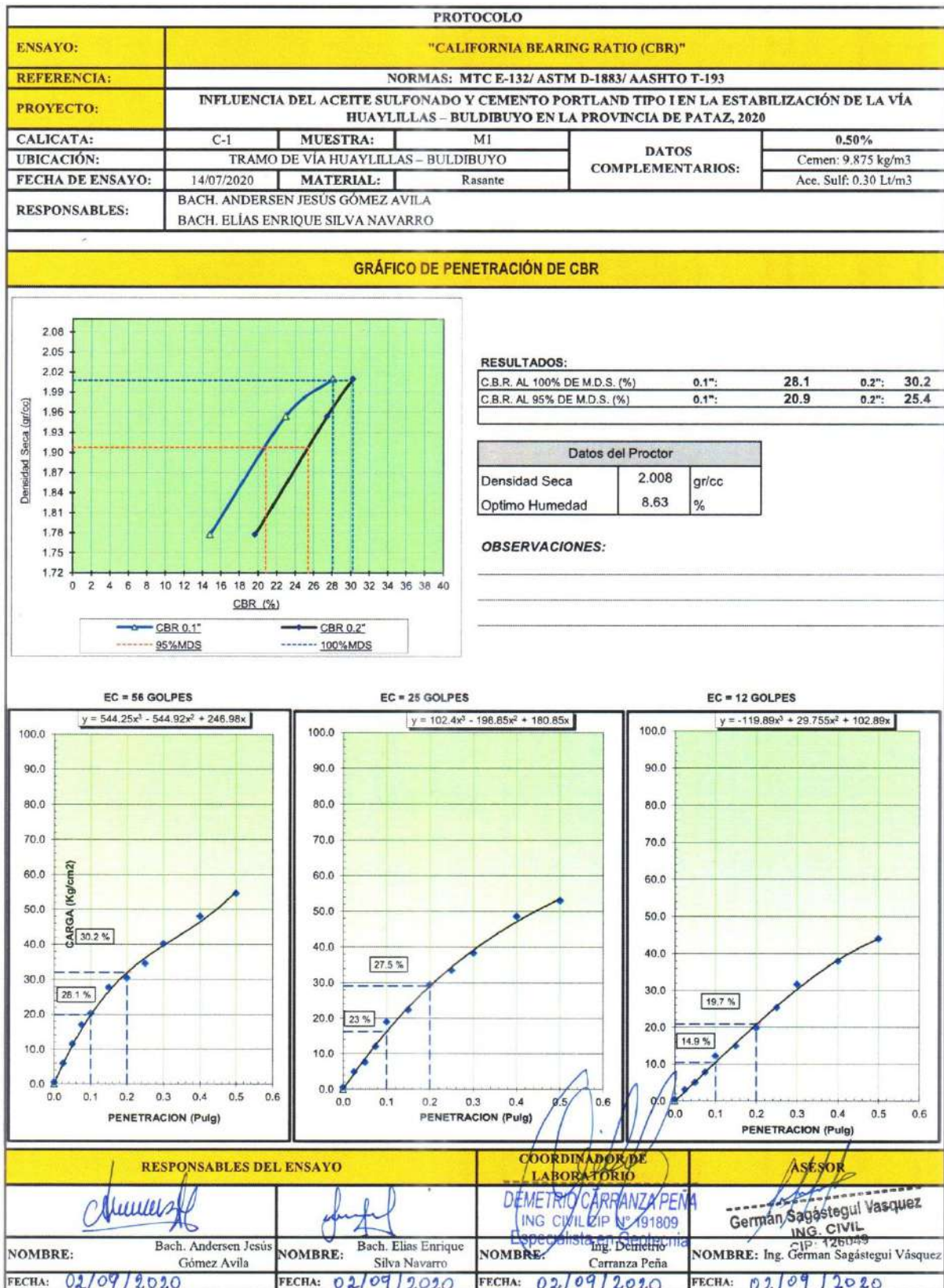


Figura N° 111: Ensayo de CBR C-1, M-1 (0.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-1	MUESTRA:		M1		DATOS COMPLEMENTARIOS:			2.00%			
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO								Cemen: 39.5 kg/m ³			
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Rasante					Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³			
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA :		2.029		g/cm ³		CAPACIDAD :		10000		Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :		5.88 %				ANILLO :		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°		56		25		12							
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12996				12130				12496			
Peso de molde (gr)		8410				7715				8356			
Peso del suelo húmedo (gr)		4586				4415				4140			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.182				2.100				1.935			
Humedad (%)		7.60				6.75				7.25			
Densidad seca (gr/cm ³)		2.028				1.967				1.804			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		120.63				134.41				117.86			
Tarro + Suelo seco (gr)		112.87				126.89				110.65			
Peso del Agua (gr)		7.76				7.52				7.21			
Peso del tarro (gr)		10.80				15.53				11.24			
Peso del suelo seco (gr)		102.07				111.36				99.41			
Humedad (%)		7.60				6.75				7.25			
Promedio de Humedad (%)		7.60				6.75				7.25			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		134.3	7			98.7	5			55.4	3		
0.050		288.6	14			124.7	6			99.5	5		
0.075		436.1	21			306.8	15			168.7	8		
0.100	70.5	567.4	28	25.0	35.4	453.7	22	19.01	27.0	216.9	11	11.16	15.8
0.150		666.8	33			556.9	27			303.5	15		
0.200	105.7	725.9	35	38.1	36.1	622.1	30	31.41	29.7	485.2	24	20.73	19.6
0.250		842.0	41			709.6	35			503.4	25		
0.300		942.2	46			842.1	41			611.4	30		
0.400		1088.3	53			936.0	46			706.4	34		
0.500		1298.6	63			1103.3	54			888.4	43		
RESPONSABLES DEL ENSAYO						COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
 NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila FECHA: 02/09/2020						 NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña FECHA: 02/09/2020			 NOMBRE: Ing. Germán Sagástegui Vasquez FECHA: 02/09/2020				

Figura N° 112: Ensayo de CBR C-1, M-1 (2.00 %)

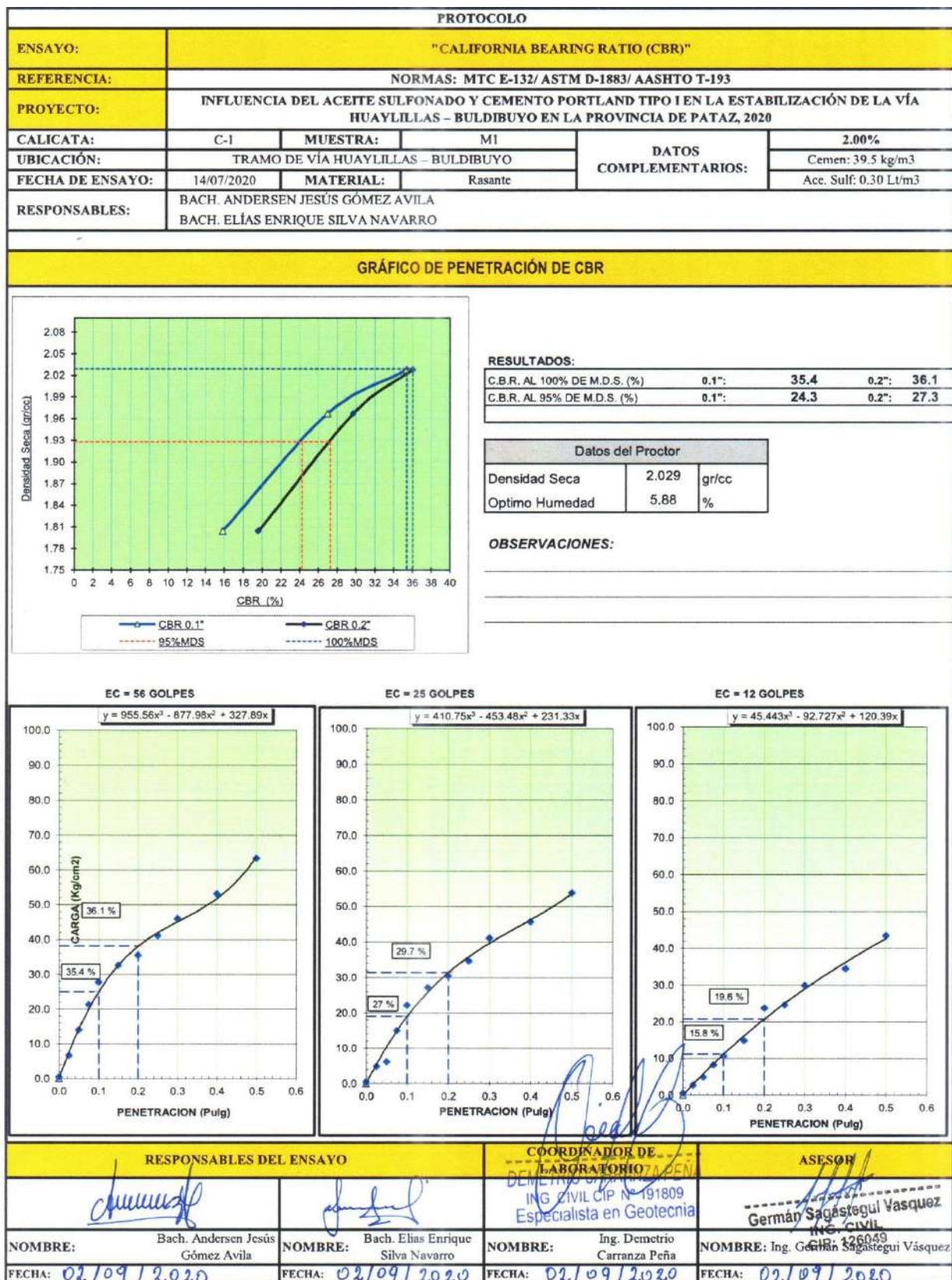


Figura N° 113: Ensayo de CBR C-1, M-1 (2.00 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-1	MUESTRA:		MI	DATOS			3.50%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				COMPLEMENTARIOS:			Cemen: 69.12 kg/m ³				
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Rasante				Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		2.036		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000		Lbs.			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		5.42 %				ANILLO:		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5		5		5			
N° Capa		56		25		12		12		12			
Golpes por capa N°		56		25		12		12		12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12227		12450		12986		12986		12986			
Peso de molde (gr)		7712		8120		8840		8840		8840			
Peso del suelo húmedo (gr)		4515		4330		4146		4146		4146			
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2140		2140		2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.148		2.060		1.937		1.937		1.937			
Humedad (%)		5.62		5.41		5.86		5.86		5.86			
Densidad seca (gr/cm ³)		2.034		1.954		1.830		1.830		1.830			
Tarro N°		S/N		S/N		S/N		S/N		S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		115.26		121.45		108.69		108.69		108.69			
Tarro + Suelo seco (gr)		109.74		116.00		103.65		103.65		103.65			
Peso del Agua (gr)		5.52		5.45		5.04		5.04		5.04			
Peso del tarro (gr)		11.54		15.23		17.60		17.60		17.60			
Peso del suelo seco (gr)		98.20		100.77		86.05		86.05		86.05			
Humedad (%)		5.62		5.41		5.86		5.86		5.86			
Promedio de Humedad (%)		5.62		5.41		5.86		5.86		5.86			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		203.7	10			154.3	8			102.3	5		
0.050		457.2	22			333.6	16			256.4	13		
0.075		768.4	37			647.9	32			564.7	28		
0.100	70.5	1100.0	54	50.9	72.2	987.6	48	42.21	59.9	845.3	41	31.46	44.6
0.150		1655.0	81			1236.4	60			903.6	44		
0.200	105.7	1987.8	97	100.0	94.6	1745.2	85	84.82	80.3	1100.4	54	66.82	63.0
0.250		2452.8	120			2150.7	105			1865.4	91		
0.300		2987.0	146			2634.7	129			2145.7	105		
0.400		3667.1	179			3215.9	167			2659.9	129		
0.500		4120.6	201			3854.3	189			3098.1	151		
RESPONSABLES DEL ENSAYO						COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila		NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro		NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña			NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña			NOMBRE: German Sagastegui Vásquez			
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020			FECHA: 02/09/2020			FECHA: 02/09/2020			

Figura N° 114.- Ensayo de CBR C-1, M-1 (3.50 %)

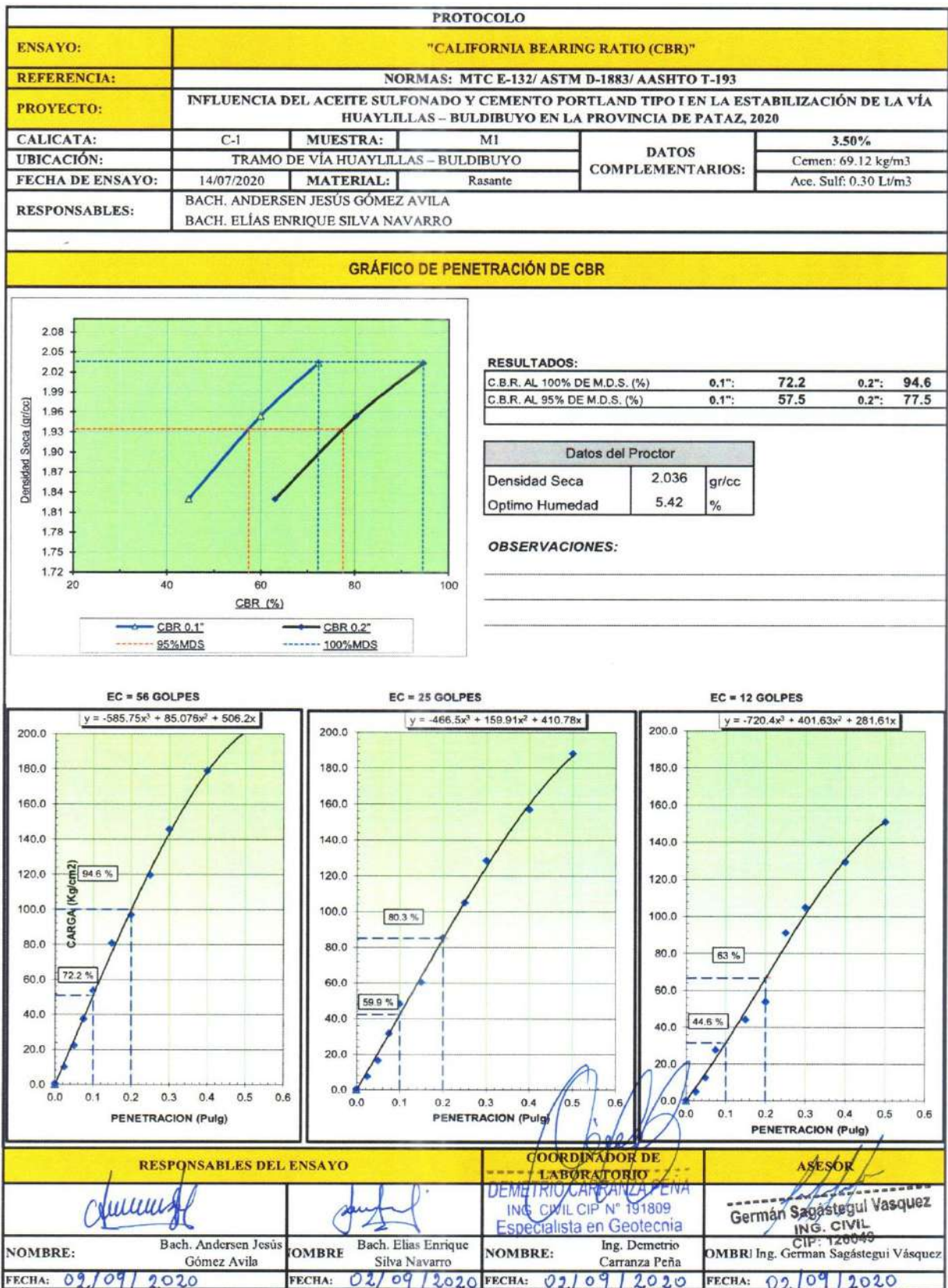


Figura N° 115: Ensayo de CBR C-1, M-1 (3.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-1	MUESTRA:		M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:			5.00%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO							Cemen: 98.75 kg/m ³				
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Rasante				Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA :		2.047 g/cm ³				CAPACIDAD :		10000 Lbs.					
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :		6.33 %				ANILLO :		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5				5				5			
N° Capa		56				25				12			
Golpes por capa N°		56				25				12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		13105				12789				12685			
Peso de molde (gr)		8470				8432				8430			
Peso del suelo húmedo (gr)		4635				4357				4255			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.205				2.073				1.988			
Humedad (%)		7.60				6.75				7.25			
Densidad seca (gr/cm ³)		2.049				1.942				1.854			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		120.63				134.41				117.85			
Tarro + Suelo seco (gr)		112.87				126.89				110.65			
Peso del Agua (gr)		7.76				7.52				7.21			
Peso del tarro (gr)		10.80				15.53				11.24			
Peso del suelo seco (gr)		102.07				111.36				99.41			
Humedad (%)		7.60				6.75				7.25			
Promedio de Humedad (%)		7.60				6.75				7.25			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		236.4	12			183.6	9			136.1	7		
0.050		658.1	32			527.9	26			426.7	21		
0.075		936.5	46			967.4	47			728.6	36		
0.100	70.5	1632.3	80	70.6	100.2	1270.3	62	80.24	85.5	1162.4	57	50.92	72.3
0.150		2061.3	101			1838.4	90			1562.3	76		
0.200	105.7	2764.5	135	136.0	128.7	2500.3	122	122.30	115.7	2136.0	104	104.69	89.1
0.250		3542.1	173			3168.7	155			2675.8	131		
0.300		3968.2	194			3628.2	177			3210.6	157		
0.400		4527.1	221			4321.9	211			3658.1	178		
0.500		5120.2	250			4621.4	225			3944.2	192		
RESPONSABLES DEL ENSAYO						COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila		Bach. Elías Enrique Silva Navarro		DEMETRIO CARRANZA DENA ING CIVIL CIP N° 101800			German Sagastegui Vasquez ING CIVIL CIP N° 126046						
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020			FECHA: 02/09/2020						

Figura N° 116: Ensayo de CBR C-1, M-1 (5.00 %)

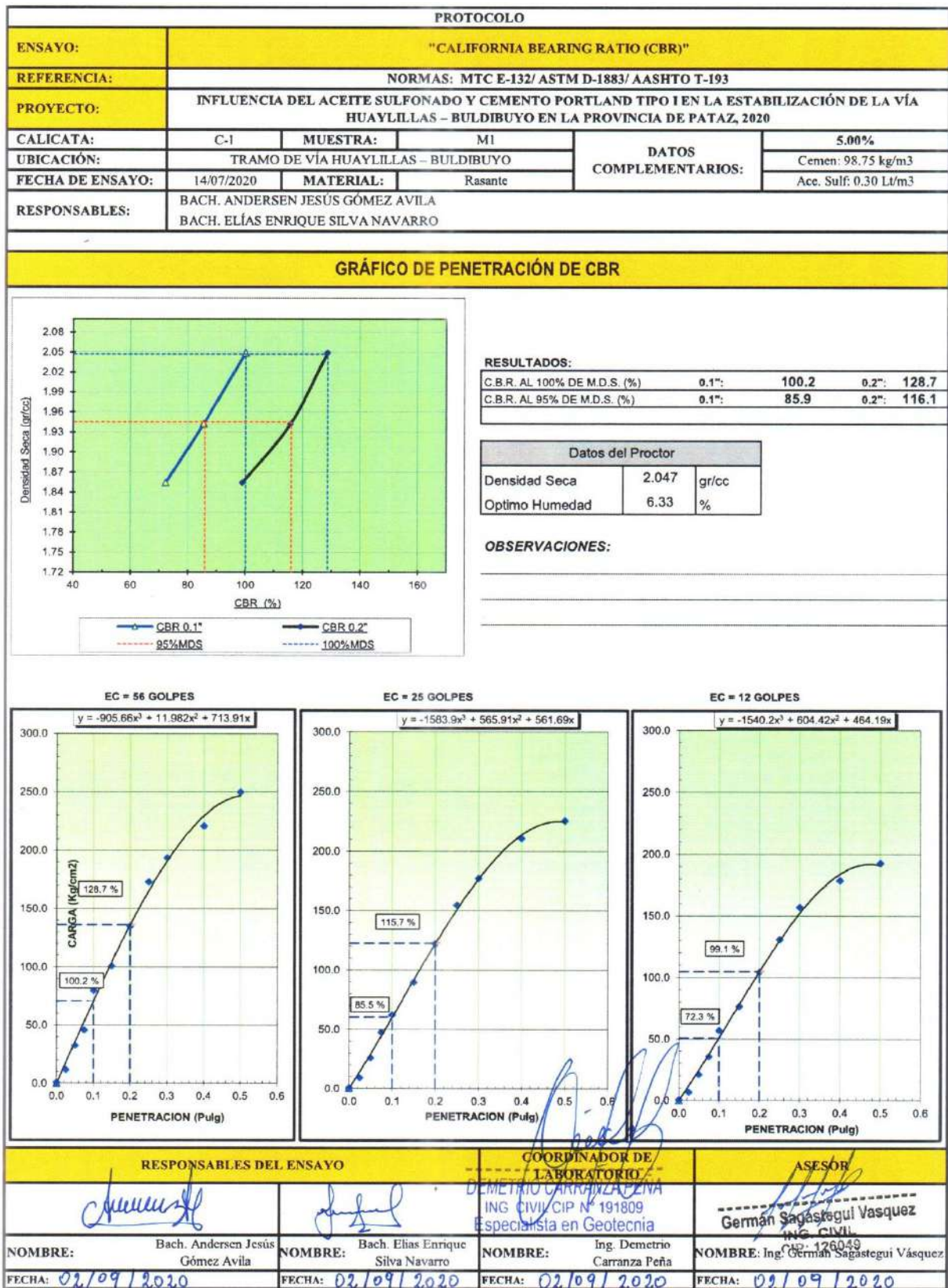


Figura N° 117: Ensayo de CBR C-1, M-1 (5.00 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-1	MUESTRA:		M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:			0.50 %				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO								Cemen: 9.78 kg/m ³			
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Subrasante				Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		1.978		g/cm ³		CAPACIDAD :		10000		Lbs.			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		7.69 %				ANILLO :		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°		56		25		12							
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12188		12356		11658							
Peso de molde (gr)		7725		8140		7742							
Peso del suelo húmedo (gr)		4461		4216		3916							
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2140							
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.122		2.006		1.830							
Humedad (%)		7.52		7.37		7.73							
Densidad seca (gr/cm ³)		1.974		1.868		1.699							
Tarro N°		S/N		S/N		S/N							
Tarro + Suelo húmedo (gr)		124.65		120.36		130.47							
Tarro + Suelo seco (gr)		117.00		113.21		121.98							
Peso del Agua (gr)		7.65		7.15		8.49							
Peso del tarro (gr)		15.23		16.20		12.12							
Peso del suelo seco (gr)		101.77		97.01		109.86							
Humedad (%)		7.52		7.37		7.73							
Promedio de Humedad (%)		7.52		7.37		7.73							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		88.5	4			59.7	3			46.3	2		
0.050		156.3	8			99.6	5			84.3	4		
0.075		236.7	12			125.6	6			96.4	5		
0.100	70.5	366.4	18	15.2	21.5	286.7	14	10.18	14.4	215.6	11	8.76	12.4
0.150		425.6	21			305.1	15			285.4	14		
0.200	105.7	523.1	26	28.0	26.5	402.3	20	22.11	20.9	304.7	15	17.69	16.7
0.250		669.4	33			555.1	27			475.6	23		
0.300		885.2	42			754.3	37			568.4	28		
0.400		936.1	46			867.1	42			622.1	30		
0.500		1098.4	54			986.1	48			741.3	36		
RESPONSABLES DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila		Bach. Elías Enrique Silva Navarro		DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING CIVIL CIP N° 191869				German Sagástegui Vasquez ING. CIVIL CIP N° 126949					
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 08/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020				FECHA: 09/09/2020					

Figura N° 118: Ensayo de CBR C-1, M-2 (0.50 %)

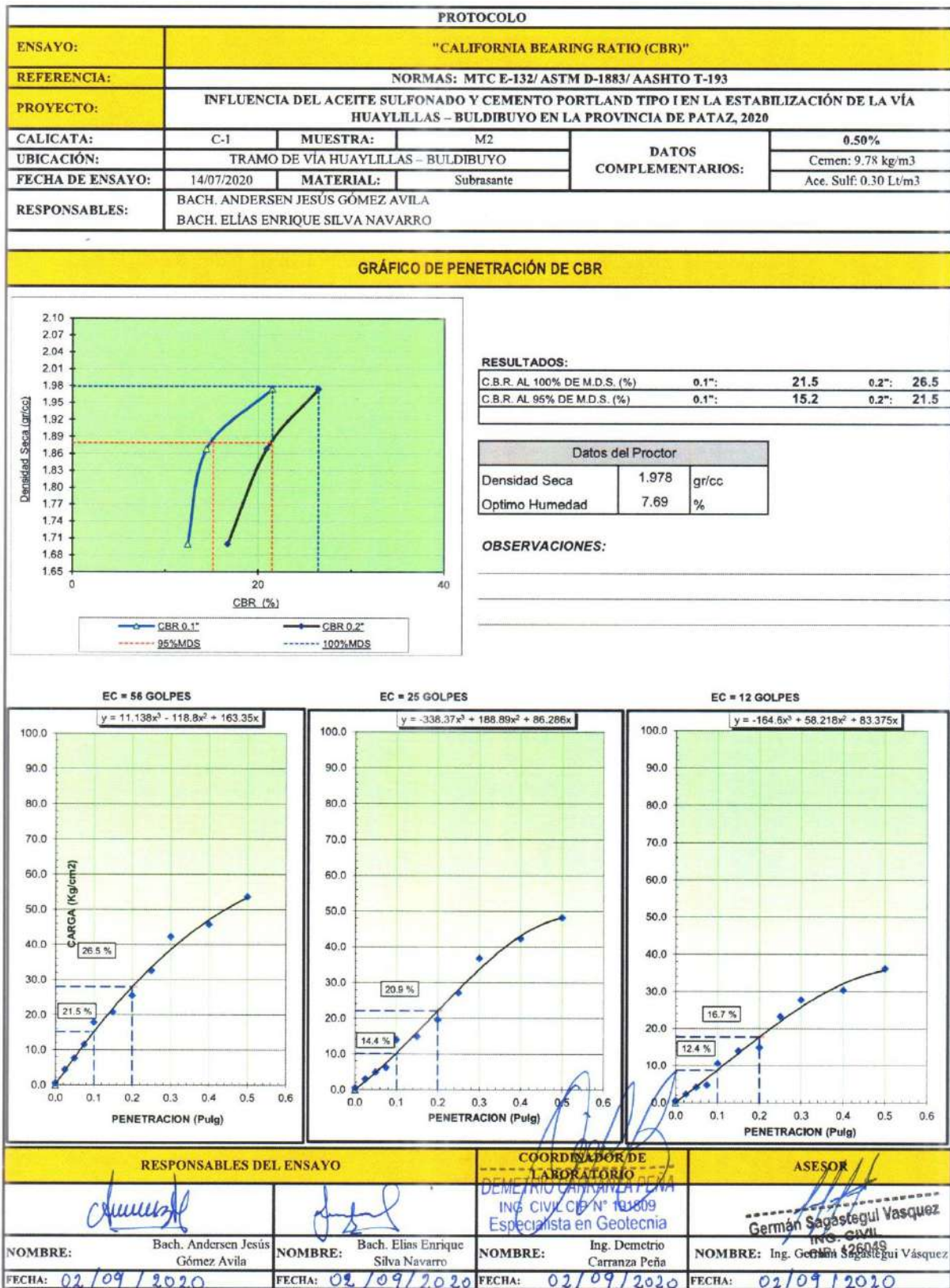


Figura N° 119: Ensayo de CBR C-1, M-2 (0.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-1	MUESTRA:		M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:			2.00%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO							Cemen: 39.14 kg/m ³				
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Subrasante				Ace. Sulf. 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		1.982 g/cm ³				CAPACIDAD:		10000		Lbs.			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		7.87 %				ANILLO:		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5				5				5			
N° Capa		56				25				12			
Golpes por capa N°		56				25				12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12213				12560				12312			
Peso de molde (gr)		7750				8432				8410			
Peso del suelo húmedo (gr)		4463				4128				3902			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.123				1.964				1.823			
Humedad (%)		7.02				7.09				7.20			
Densidad seca (gr/cm ³)		1.984				1.834				1.701			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		145.68				136.54				128.67			
Tarro + Suelo seco (gr)		137.12				128.45				120.84			
Peso del Agua (gr)		8.56				8.09				7.83			
Peso del tarro (gr)		15.23				14.36				12.12			
Peso del suelo seco (gr)		121.89				114.09				108.72			
Humedad (%)		7.02				7.09				7.20			
Promedio de Humedad (%)		7.02				7.09				7.20			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		101.6	5			95.4	5			66.7	3		
0.050		242.6	12			186.4	9			106.8	5		
0.075		365.4	18			255.3	12			202.3	10		
0.100	70.5	506.7	25	24.1	34.2	443.4	22	19.51	27.7	356.8	17	15.00	21.3
0.150		714.5	35			598.6	29			412.6	20		
0.200	105.7	897.2	44	41.5	39.3	793.1	34	34.54	32.7	602.3	29	29.19	27.6
0.250		945.1	46			803.1	39			784.6	38		
0.300		1106.7	54			986.7	48			865.1	42		
0.400		1347.8	66			1123.4	55			947.2	46		
0.500		1563.4	76			1336.7	65			1099.8	54		
RESPONSABLES DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila				NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro				NOMBRE: Demetrio Carranza Peña					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 120: Ensayo de CBR C-1, M-2 (2.00 %)

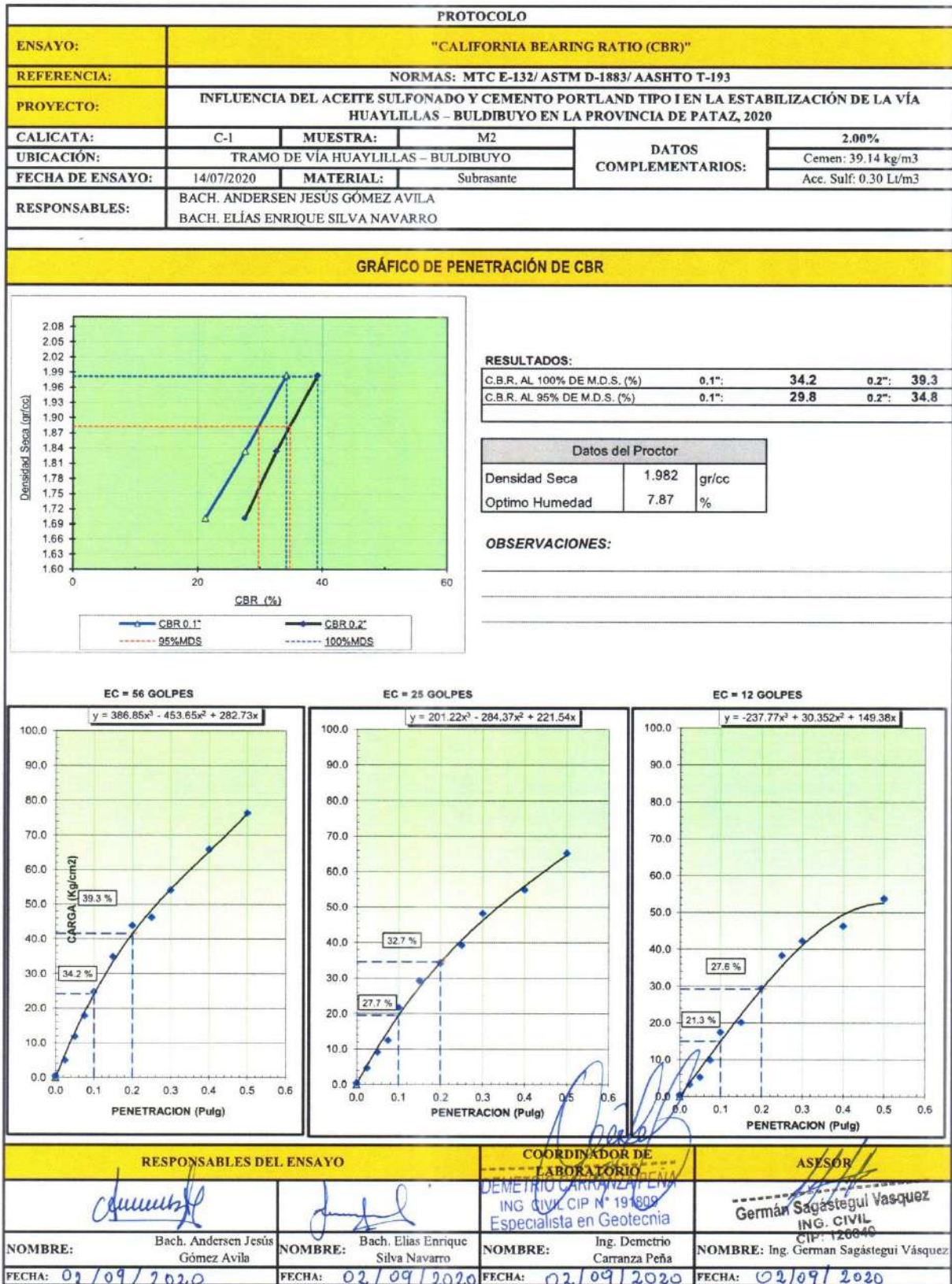


Figura N° 121: Ensayo de CBR C-1, M-2 (2.00 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-1	MUESTRA:		M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:			3.50%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO								Cemen: 68.495 kg/m ³			
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Subrasante				Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		:	1.996	g/cm ³	CAPACIDAD :			10000	Lbs.				
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		:	6.07 %		ANILLO :			1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°			5		5		5						
N° Capa			56		25		12						
Golpes por capa N°													
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12880		11896		12450								
Peso de molde (gr)	8410		7725		8430								
Peso del suelo húmedo (gr)	4470		4171		4020								
Volumen del molde (cm ³)	2102		2102		2140								
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.127		1.984		1.879								
Humedad (%)	6.62		5.78		6.66								
Densidad seca (gr/cm ³)	1.995		1.858		1.762								
Tarro N°	S/N		S/N		S/N								
Tarro + Suelo húmedo (gr)	145.60		130.54		130.44								
Tarro + Suelo seco (gr)	137.65		123.22		123.34								
Peso del Agua (gr)	7.95		7.32		7.10								
Peso del tarro (gr)	17.60		15.30		16.80								
Peso del suelo seco (gr)	120.05		107.92		106.54								
Humedad (%)	6.62		6.78		6.66								
Promedio de Humedad (%)	6.62		6.78		6.66								
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		165.3	8			113.5	6			89.7	4		
0.050		347.9	17			265.8	13			156.3	8		
0.075		521.4	25			479.6	23			321.7	16		
0.100	70.5	954.3	47	39.3	55.7	886.5	43	33.10	47.0	622.2	30	25.04	35.5
0.150		1098.2	54			906.7	44			789.1	38		
0.200	105.7	1364.8	67	56.7	83.2	1125.7	55	57.68	54.8	996.4	49	46.18	43.7
0.250		1647.8	80			1462.7	71			1098.7	54		
0.300		1845.7	90			1635.4	80			1247.2	61		
0.400		2245.0	110			2147.6	95			1654.4	81		
0.500		3000.0	146			2866.7	140			1866.1	91		
RESPONSABLES DEL ENSAYO													
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELIAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

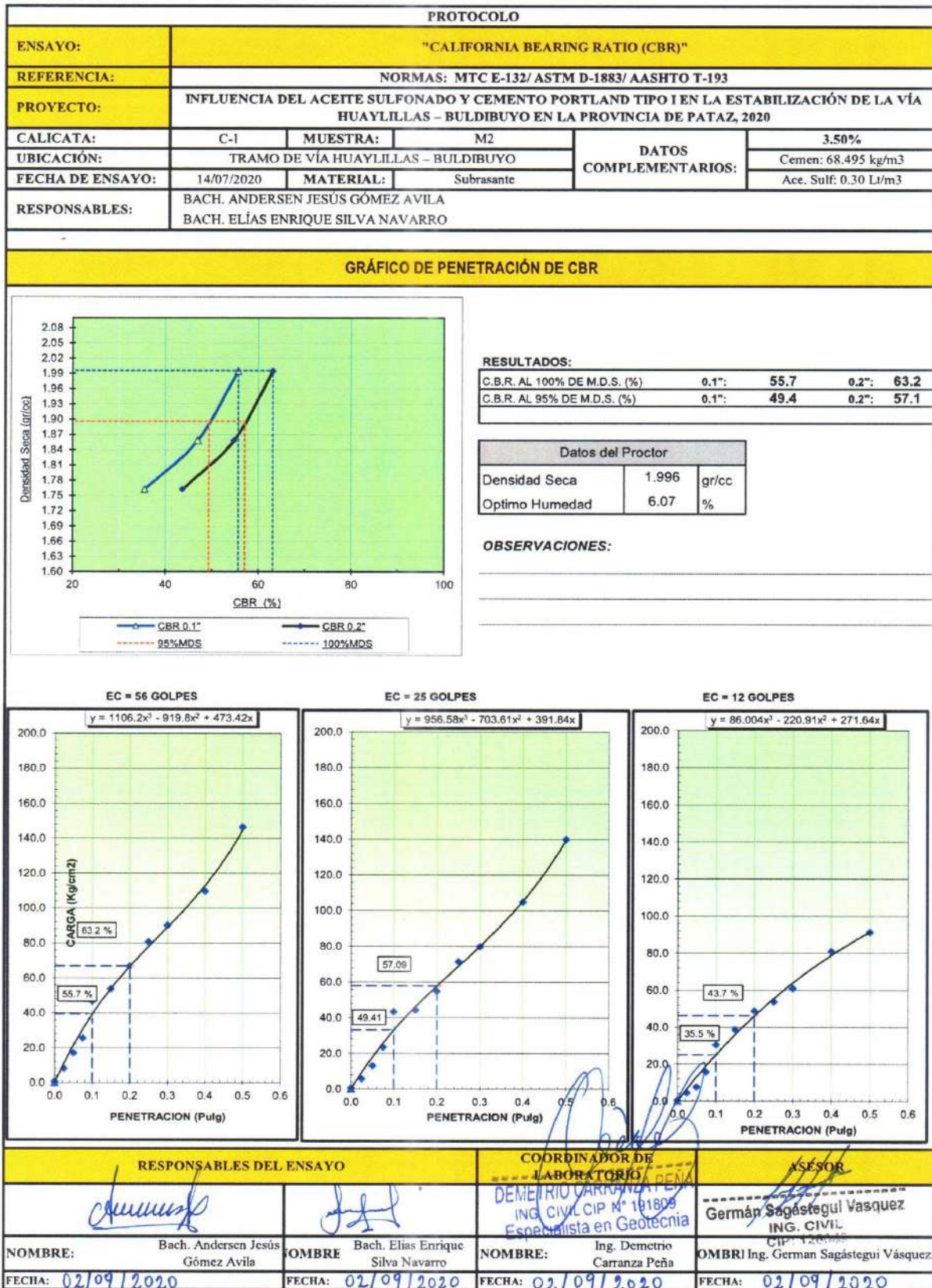


Figura N° 123: Ensayo de CBR C-1, M-2 (3.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:	"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"												
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193												
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020												
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:			5.00%						
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO						Cemen: 97.85 kg/m3						
FECHA DE ENSAYO:	14/07/2020	MATERIAL:	Subrasante				Acc. Sulf: 0.30 Lt/m3						
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESUS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO												
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.000	g/cm ³	CAPACIDAD :			10000	Lbs.					
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	4.76 %		ANILLO :			1						
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°	5		5		5								
N° Capa	56		25		12								
Golpes por capa N°													
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12879		11854		11520								
Peso de molde (gr)	8470		7715		7523								
Peso del suelo húmedo (gr)	4409		4139		3997								
Volumen del molde (cm3)	2102		2102		2140								
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.098		1.969		1.868								
Humedad (%)	4.83		4.93		4.65								
Densidad seca (gr/cm3)	2.001		1.876		1.785								
Tarro N°	S/N		S/N		S/N								
Tarro + Suelo húmedo (gr)	152.33		149.98		155.41								
Tarro + Suelo seco (gr)	145.87		143.51		149.02								
Peso del Agua (gr)	6.46		6.47		6.39								
Peso del tarro (gr)	12.12		12.31		11.56								
Peso del suelo seco (gr)	133.75		131.20		137.46								
Humedad (%)	4.83		4.93		4.65								
Promedio de Humedad (%)	4.83		4.93		4.65								
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 4		MOLDE N° 8		MOLDE N° 11		MOLDE N° 4		MOLDE N° 8		MOLDE N° 11	
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		126.0	5			106.3	5			86.2	4		
0.050		428.2	21			385.0	19			362.5	18		
0.075		744.3	36			620.1	30			542.3	26		
0.100	70.5	1160.3	57	53.8	76.4	942.7	46	44.08	62.6	786.2	38	35.77	50.8
0.150		1685.3	82			1367.2	67			1146.3	56		
0.200	105.7	2381.7	116	111.2	105.2	1984.5	97	94.77	89.7	1527.3	75	78.05	73.9
0.250		2834.5	136			2473.6	121			2046.3	100		
0.300		3426.8	167			3070.4	150			2561.7	125		
0.400		4050.1	198			3612.7	176			3216.7	157		
0.500		4635.1	226			4266.1	208			3827.1	187		
RESPONSABLES DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
Bach. Andersen Jesús Gómez Avila				Ing. Demetrio Carranza Peña				Germán Sagastegui Vásquez					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 124: Ensayo de CBR C-1, M-2 (5.00 %)

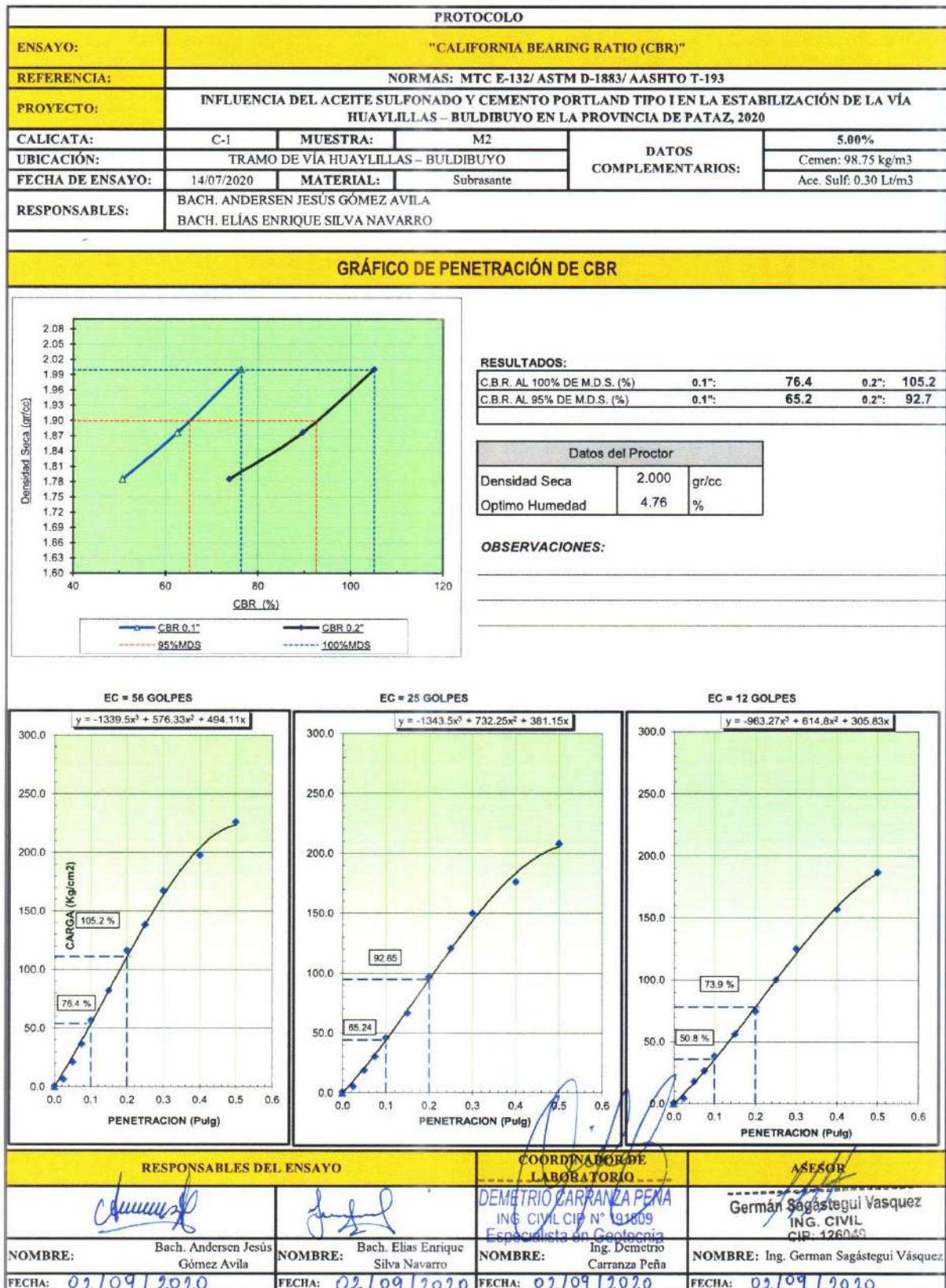


Figura N° 125: Ensayo de CBR C-1, M-2 (5.00 %)

PROTOCOLO

ENSAYO:

"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"

REFERENCIA:

NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193

PROYECTO:

INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020

CALICATA:

C.2MUESTRA: M1

UBICACIÓN:

TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO

FECHA DE ENSAYO:

14/07/2020MATERIAL: Rasante

RESPONSABLES:

BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA
BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.063 g/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 6.00 %

CAPACIDAD : 10000 Lbs

ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°

N° Capa

Golpes por capa N°

Cond. de la muestra

NO SATURADO

SATURADO

NO SATURADO

SATURADO

NO SATURADO

SATURADO

Peso molde + suelo húmedo (gr)

13010

12120

12475

Peso de molde (gr)

8410

7750

8320

Peso del suelo húmedo (gr)

4600

4370

4155

Volumen del molde (cm3)

2102

2102

2140

Densidad húmeda (gr/cm3)

2.188

2.079

1.942

Humedad (%)

6.16

6.05

6.09

Densidad seca (gr/cm3)

2.061

1.960

1.831

Tarro N°

S/N

S/N

S/N

Tarro + Suelo húmedo (gr)

152.31

142.31

137.89

Tarro + Suelo seco (gr)

144.36

135.20

130.87

Peso del Agua (gr)

7.95

7.11

7.02

Peso del tarro (gr)

15.23

17.60

15.56

Peso del suelo seco (gr)

129.13

117.60

115.31

Humedad (%)

6.16

6.05

6.09

Promedio de Humedad (%)

6.16

6.05

6.09

EXPANSIÓN

FECHA

HORA

TIEMPO Hr.

DIAL

EXPANSION

mm

%

DIAL

EXPANSION

mm

%

DIAL

EXPANSION

mm

%

18/02/2019

16:00

19/02/2019

16:00

24

0.04

0.0

0.0

0.07

0.0

0.0

0.06

0.0

0.0

20/02/2019

16:00

48

0.05

0.0

0.0

0.08

0.0

0.0

0.07

0.0

0.0

21/02/2019

16:00

72

0.07

0.0

0.0

0.09

0.0

0.0

0.09

0.0

0.0

22/02/2019

16:00

96

0.10

0.0

0.0

0.10

0.0

0.0

0.10

0.0

0.0

0.002

% NO PRESENTA EXPANSIÓN

PENETRACIÓN

PENETRACION pulg

CARGA STAND. kg/cm2

MOLDE N° 4

CARGA

CORRECCION

CARGA

CORRECCION

MOLDE N° 8

CARGA

CORRECCION

CARGA

CORRECCION

MOLDE N° 11

CARGA

CORRECCION

CARGA

CORRECCION

0.025

95.2

5

75.6

4

55.4

3

0.050

158.6

8

109.6

5

95.6

5

0.075

245.7

12

195.6

10

123.5

6

0.100

70.5

365.7

18

17.3

24.6

277.3

14

13.83

19.5

202.3

10

9.23

13.1

0.150

542.3

26

481.2

23

317.5

15

0.200

105.7

645.9

32

33.8

32.0

566.2

28

28.99

27.4

422.1

21

21.16

20.0

0.250

856.3

42

745.6

36

503.9

25

0.300

1087.5

53

923.1

45

745.1

36

0.400

1157.4

56

1085.2

53

888.6

43

0.500

1426.5

70

1254.3

61

1020.0

50

RESPONSABLES DEL ENSAYO

Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila

Bach. Elías Enrique Silva Navarro

ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia

ING. GERMAN SAGASTEGUI VÁSQUEZ CIP: 126049

NOMBRE:

Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila

NOMBRE:

Bach. Elías Enrique Silva Navarro

NOMBRE:

Ing. Demetrio Carranza Peña

NOMBRE:

Ing. German Sagastegui Vásquez

FECHA:

02/09/2020

FECHA:

02/09/2020

FECHA:

02/09/2020

FECHA:

02/09/2020

Figura N° 126: *Ensayo de CBR C-2, M-1 (0.50 %)*

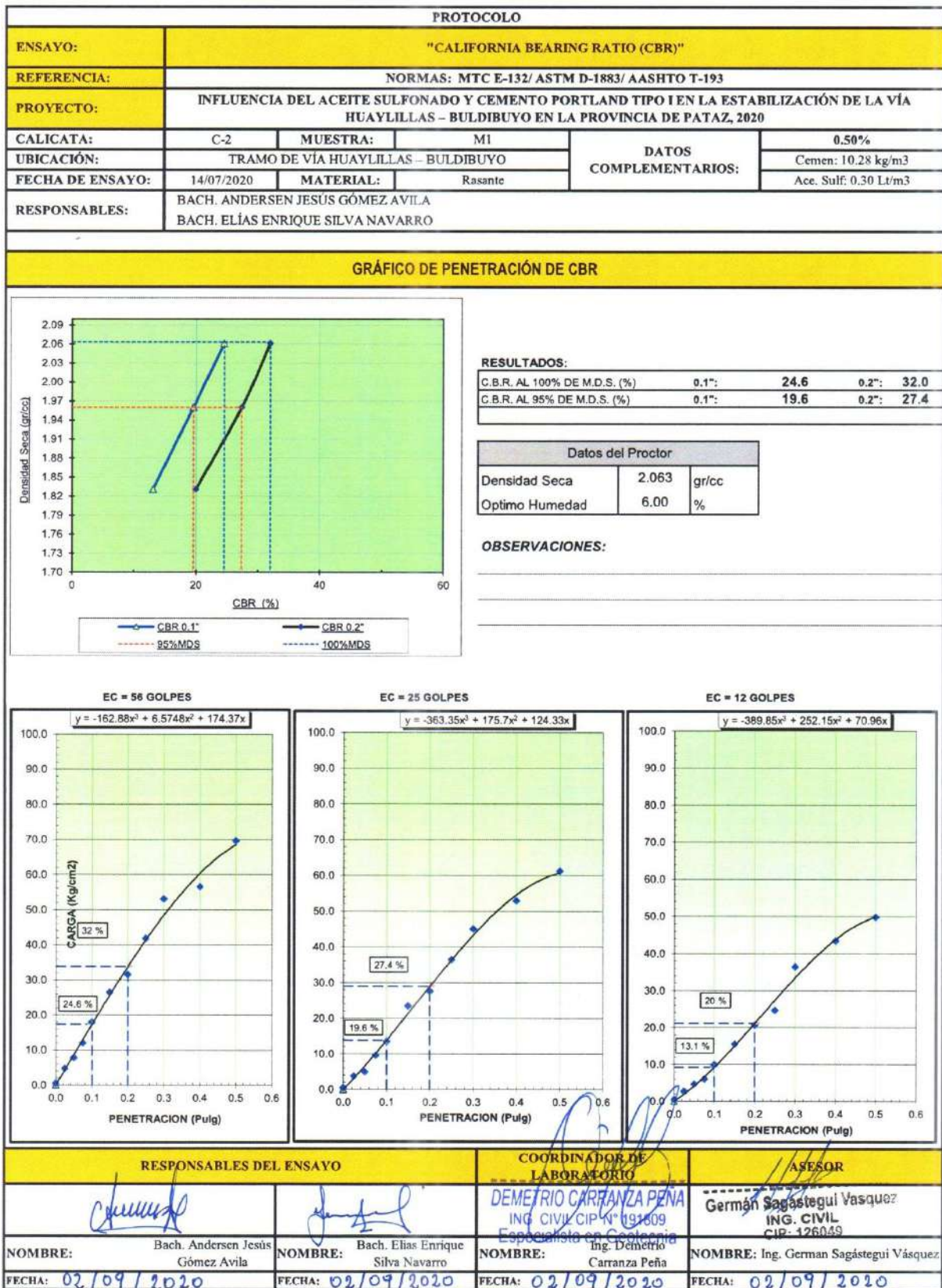


Figura N° 127: Ensayo de CBR C-2, M-1 (0.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C.2	MUESTRA:		M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:			2.00%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO							Cemen: 42.14 kg/m ³				
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Subrasante				Ace. Sulf. 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		2.074		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000		Lbs.			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		5.27 %				ANILLO:		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°													
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		13095				12140				12574			
Peso de molde (gr)		8420				7750				8420			
Peso del suelo húmedo (gr)		4675				4390				4154			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.224				2.088				1.941			
Humedad (%)		7.12				7.04				7.18			
Densidad seca (gr/cm ³)		2.076				1.951				1.811			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		156.32				140.32				122.32			
Tarro + Suelo seco (gr)		147.10				131.89				114.85			
Peso del Agua (gr)		9.22				8.43				7.47			
Peso del tarro (gr)		17.60				12.12				10.80			
Peso del suelo seco (gr)		129.50				119.77				104.05			
Humedad (%)		7.12				7.04				7.18			
Promedio de Humedad (%)		7.12				7.04				7.18			
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSION					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		186.3	9			99.3	5			74.6	4		
0.050		268.4	13			156.3	8			108.5	5		
0.075		469.3	23			345.8	17			203.4	10		
0.100	70.5	741.3	36	31.5	44.7	612.4	30	25.69	36.5	403.5	20	18.90	26.8
0.150		956.8	47			842.6	41			612.5	30		
0.200	105.7	1025.3	50	52.8	50.0	912.2	44	46.39	43.9	745.6	36	35.43	33.5
0.250		1235.0	60			1142.6	56			954.3	47		
0.300		1425.0	70			1306.8	64			1006.3	49		
0.400		1654.0	90			1644.2	80			1130.0	55		
0.500		2365.4	115			2036.5	99			1409.3	69		
RESPONSABLES DEL ENSAYO						COORDINADOR DE LABORATORIO							
Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		Bach. Elias Enrique Silva Navarro		Ing. Demetrio Carranza Peña		Ing. German Sagastegui Vásquez							
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020							

Figura N° 128: Ensayo de CBR C-2, M-1 (2.00 %)

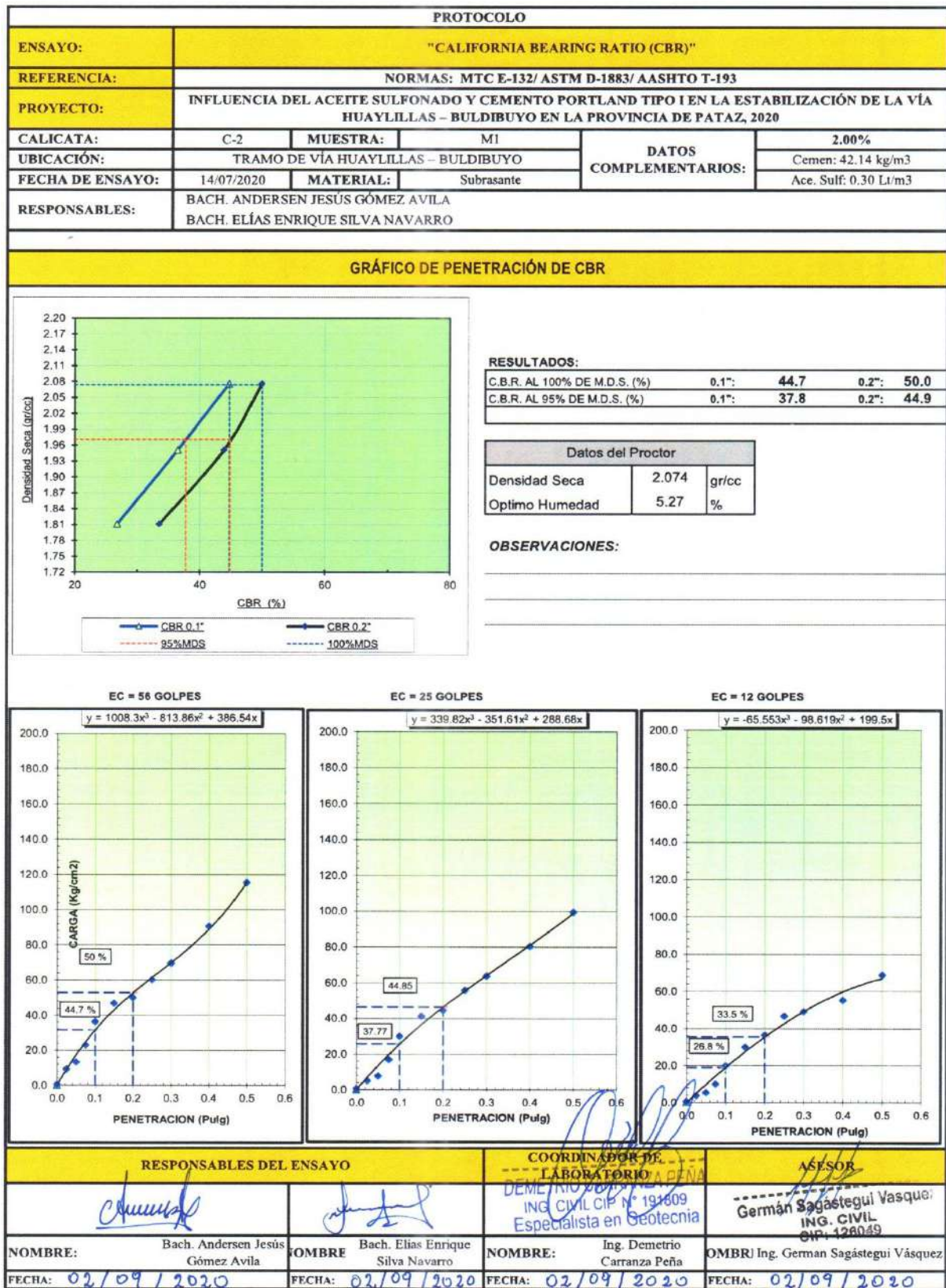


Figura N° 129: Ensayo de CBR C-3, M-1 (2.00 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C.2		MUESTRA:		M1		DATOS COMPLEMENTARIOS:		3.50%			
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO						Cemen: 71.96 kg/m ³					
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020		MATERIAL:		Subrasante		Ace. Sulf. 0.30 Lt/m ³					
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		2.080		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000		Lbs.			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		5.48 %				ANILLO:		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5		5		5			
N° Capa		56		25		12		12		12			
Golpes por capa N°		56		25		12		12		12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12368		12703		12365		12365		12365			
Peso de molde (gr)		7750		8432		8410		8410		8410			
Peso del suelo húmedo (gr)		4618		4271		3955		3955		3955			
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2140		2140		2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.197		2.032		1.848		1.848		1.848			
Humedad (%)		5.59		5.40		5.72		5.72		5.72			
Densidad seca (gr/cm ³)		2.081		1.928		1.748		1.748		1.748			
Tarro N°		S/N		S/N		S/N		S/N		S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		152.31		142.31		133.60		133.60		133.60			
Tarro + Suelo seco (gr)		145.00		135.80		126.96		126.96		126.96			
Peso del Agua (gr)		7.31		6.51		6.64		6.64		6.64			
Peso del tarro (gr)		14.30		15.23		10.80		10.80		10.80			
Peso del suelo seco (gr)		130.70		120.57		116.16		116.16		116.16			
Humedad (%)		5.59		5.40		5.72		5.72		5.72			
Promedio de Humedad (%)		5.59		5.40		5.72		5.72		5.72			
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		365.0	18			203.4	10			102.8	5		
0.050		456.3	22			456.1	22			254.6	12		
0.075		568.3	28			625.3	31			421.6	21		
0.100	70.5	1132.0	55	48.7	69.1	745.6	36	41.96	59.6	785.4	38	31.48	44.7
0.150		1632.0	80			1245.3	61			978.6	48		
0.200	105.7	2035.0	99	101.9	96.4	1856.9	91	85.20	80.6	1325.1	65	68.93	65.2
0.250		2568.3	125			2203.4	107			1847.2	90		
0.300		3025.8	148			2654.0	129			2236.4	109		
0.400		3956.0	193			3125.0	152			2654.4	129		
0.500		4125.0	201			3794.0	185			3006.1	147		
RESPONSABLES DEL ENSAYO						COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
Bach. Andersen Jesús Gómez Avila						Ing. Demetrio Carranza Peña			Ing. German Sagastegui Vasquez				
Bach. Elías Enrique Silva Navarro						Ing. Demetrio Carranza Peña			Ing. German Sagastegui Vasquez				
FECHA: 02/09/2020						FECHA: 02/09/2020			FECHA: 02/09/2020				

Figura N° 130: Ensayo de CBR C-2, M-1 (3.50 %)

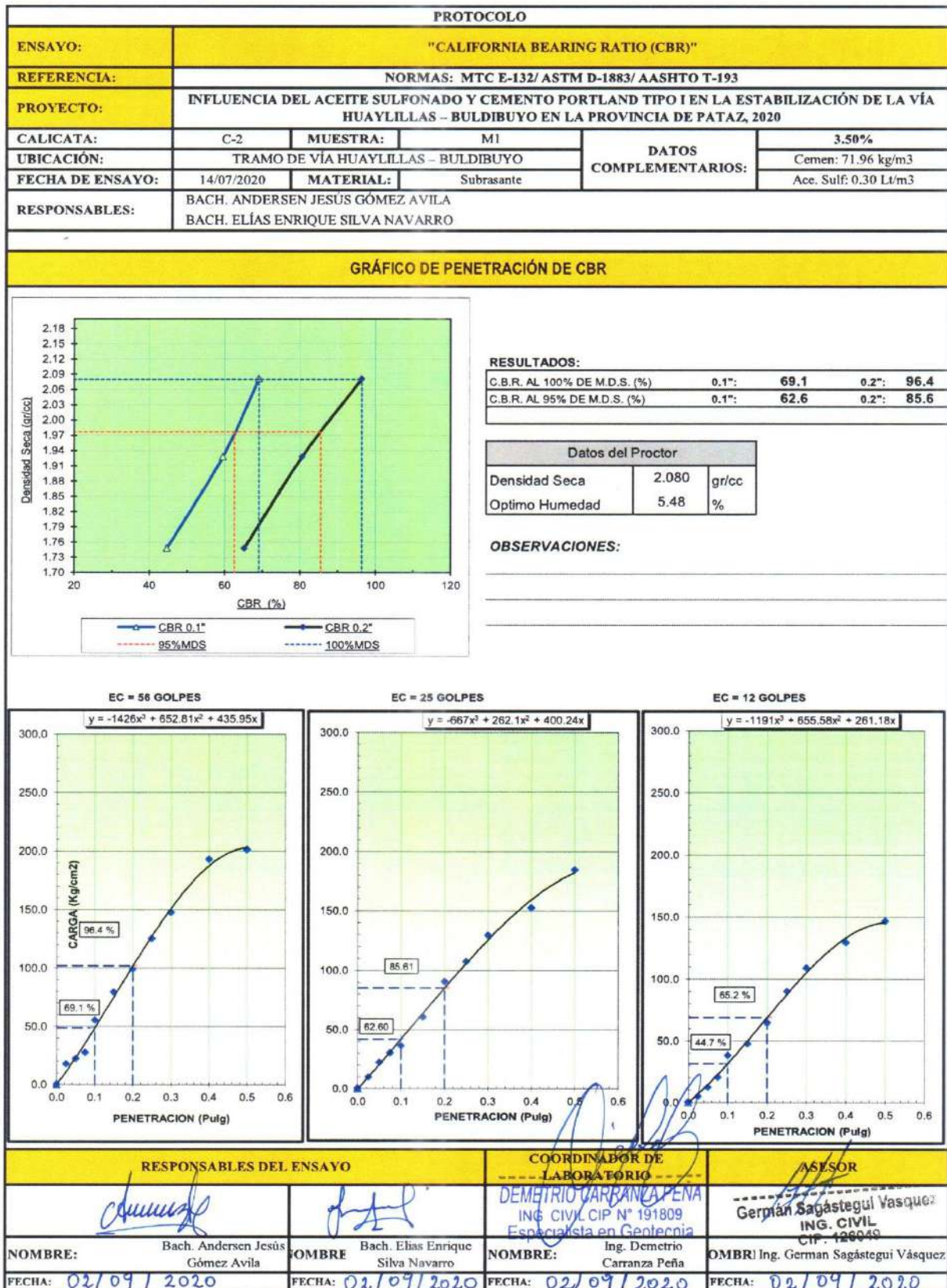


Figura N° 131: Ensayo de CBR C-2, M-1 (3.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ASTM D-1883/AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C.2		MUESTRA:		M1		DATOS COMPLEMENTARIOS:				5.00%	
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO										Cemen: 102.8 kg/m ³	
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020		MATERIAL:		Rasante						Ace. Sulf. 0.30 Lt/m ³	
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		2.099		g/cm ³		CAPACIDAD:				10000		Lbs.	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		4.34 %		ANILLO:				1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°		56		25		12							
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		13084		12807		12682							
Peso de molde (gr)		8432		8430		8470							
Peso del suelo húmedo (gr)		4652		4377		4212							
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2140							
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.213		2.082		1.968							
Humedad (%)		5.44		5.62		5.80							
Densidad seca (gr/cm ³)		2.099		1.971		1.860							
Tarro N°		S/N		S/N		S/N							
Tarro + Suelo húmedo (gr)		163.29		163.28		172.64							
Tarro + Suelo seco (gr)		155.67		155.46		163.92							
Peso del Agua (gr)		7.62		7.82		8.72							
Peso del tarro (gr)		15.62		16.26		13.70							
Peso del suelo seco (gr)		140.05		139.18		150.22							
Humedad (%)		5.44		5.62		5.80							
Promedio de Humedad (%)		5.44		5.62		5.80							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSION					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		261.0	13			211.3	10			183.4	9		
0.050		573.0	28			346.2	17			301.7	15		
0.075		928.0	45			742.6	36			632.5	31		
0.100	70.5	1432.0	70	64.3	91.2	1268.2	82	56.11	79.6	1085.2	53	47.75	67.8
0.150		1935.0	94			1763.1	86			1562.7	76		
0.200	105.7	2564.0	125	127.0	120.2	2358.9	115	112.37	106.3	1948.6	95	95.22	90.1
0.250		3261.0	159			2867.2	140			2372.5	116		
0.300		3786.0	185			3360.1	164			2877.6	140		
0.400		4376.0	213			3782.4	185			3264.1	159		
0.500		4850.0	237			4160.1	203			3610.3	176		
RESPONSABLES DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila				Bach. Elías Enrique Silva Navarro				Ing. German Sagastegui Vásquez					
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila				NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro				NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 132: Ensayo de CBR C-2, M-1 (5.00 %)

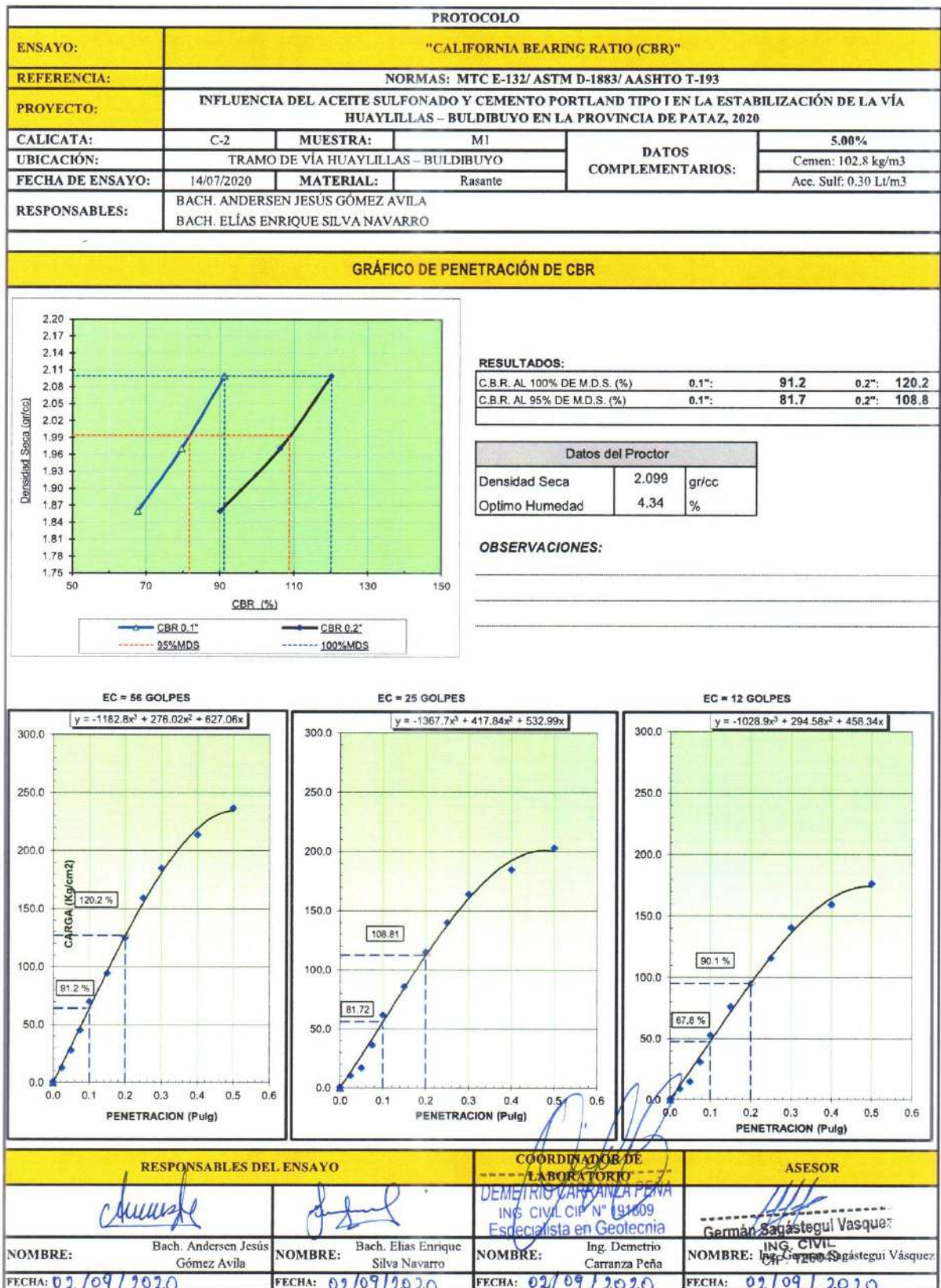


Figura N° 133: Ensayo de CBR C-2, M-1 (5.00 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C.2	MUESTRA:		M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:			0.50%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO							Cemen: 9.58 kg/m ³				
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Subrasante				Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		:	1.921	g/cm ³	CAPACIDAD:			10000	Lbs.				
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		:	10.31	%	ANILLO:			1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°		56		25		12							
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO						
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12768		12010		11865							
Peso de molde (gr)		8320		7730		7750							
Peso del suelo húmedo (gr)		4448		4280		4115							
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2140							
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.116		2.036		1.923							
Humedad (%)		10.08		10.07		10.06							
Densidad seca (gr/cm ³)		1.922		1.850		1.747							
Tarro N°		S/N		S/N		S/N							
Tarro + Suelo húmedo (gr)		124.60		142.60		136.56							
Tarro + Suelo seco (gr)		114.30		131.04		125.07							
Peso del Agua (gr)		10.30		11.56		11.49							
Peso del tarro (gr)		12.12		16.22		10.80							
Peso del suelo seco (gr)		102.18		114.82		114.27							
Humedad (%)		10.08		10.07		10.06							
Promedio de Humedad (%)		10.08		10.07		10.06							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		52.6	3			31.0	2			18.7	1		
0.050		106.8	5			88.7	4			62.7	3		
0.075		187.4	9			150.6	7			106.4	5		
0.100	70.5	266.4	10	11.6	16.4	196.7	10	9.11	12.9	142.8	7	6.78	9.6
0.150		378.9	18			285.6	14			207.4	10		
0.200	105.7	478.9	23	21.9	20.8	316.4	15	17.10	16.2	299.7	15	14.14	13.4
0.250		524.6	26			421.6	21			372.4	18		
0.300		613.7	30			546.9	27			429.8	21		
0.400		798.5	39			654.3	32			587.4	26		
0.500		980.2	44			875.4	43			706.8	34		
RESPONSABLES DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila				NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro				NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 134: Ensayo de CBR C-2, M-2 (0.50 %)

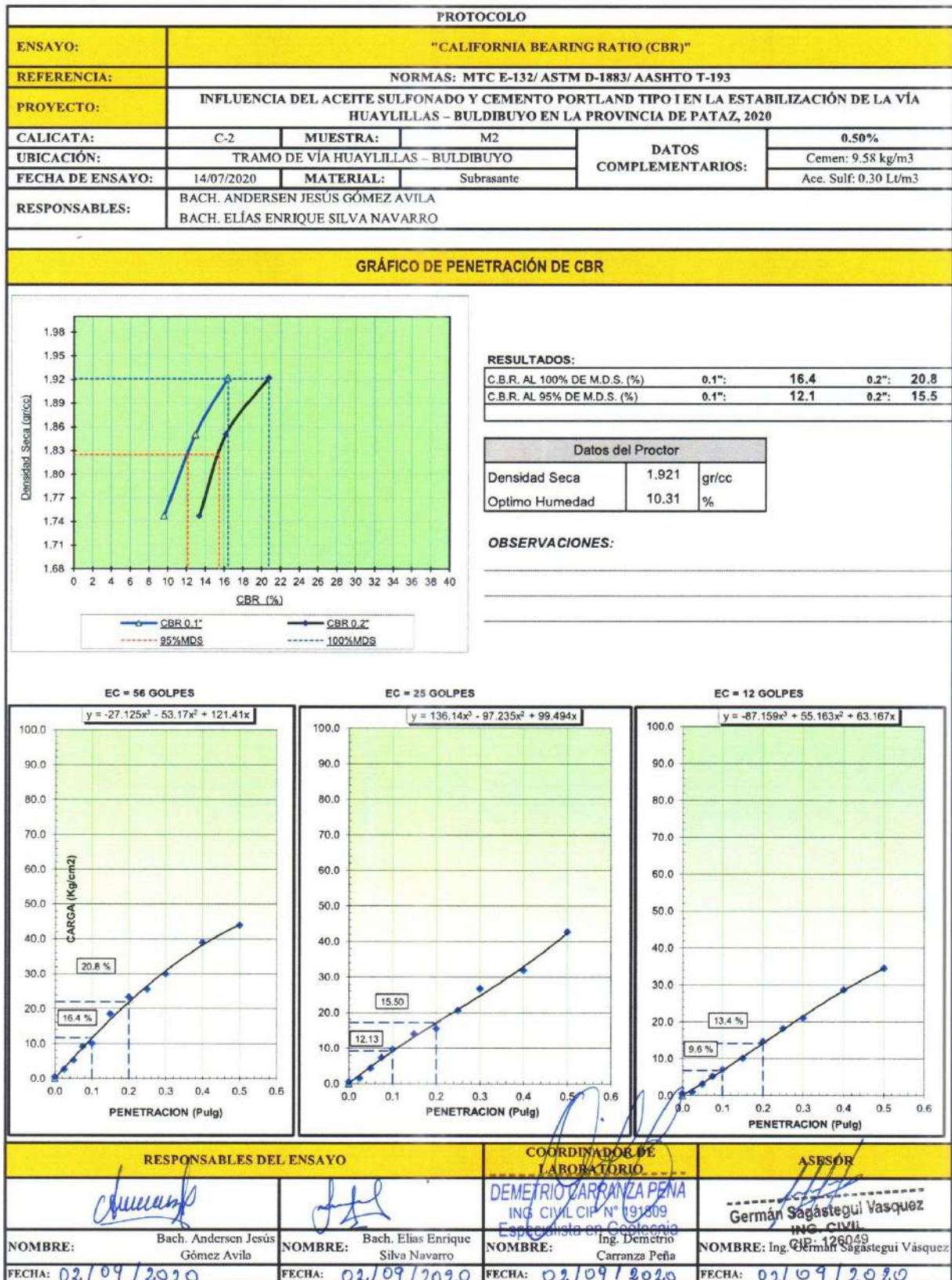


Figura N° 135: Ensayo de CBR C-2, M-2 (0.50 %)

PROTOCOLO														
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"												
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193												
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020												
CALICATA:		C.2	MUESTRA:		M2		DATOS COMPLEMENTARIOS:			2.00%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO								Cemen: 38.32 kg/m ³				
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020		MATERIAL:		Subrasante					Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³			
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO												
DATOS DEL PROCTOR														
MAXIMA DENSIDAD SECA :		1.943 g/cm ³					CAPACIDAD :		10000		Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :		10.42 %					ANILLO :		1					
ENSAYO DE CBR														
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193														
Molde N°		5					5					5		
N° Capa		56					25					12		
Golpes por capa N°		56					25					12		
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12903				12654				11851				
Peso de molde (gr)		8410				8450				7750				
Peso del suelo húmedo (gr)		4493				4204				4101				
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140				
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.137				2.000				1.916				
Humedad (%)		10.06				10.13				10.18				
Densidad seca (gr/cm ³)		1.942				1.816				1.739				
Tarro N°		S/N				S/N				S/N				
Tarro + Suelo húmedo (gr)		155.72				152.60				142.26				
Tarro + Suelo seco (gr)		142.88				139.87				130.24				
Peso del Agua (gr)		13.04				12.73				12.02				
Peso del tarro (gr)		13.12				14.21				12.12				
Peso del suelo seco (gr)		129.56				125.66				118.12				
Humedad (%)		10.06				10.13				10.18				
Promedio de Humedad (%)		10.06				10.13				10.18				
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm %		DIAL	EXPANSION mm %		DIAL	EXPANSION mm %				
18/02/2019	16:00													
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0			
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0			
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0			
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0			
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN						
PENETRACIÓN														
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	
0.025		100.6	5			89.6	4			56.3	3			
0.050		263.4	13			156.7	8			98.6	5			
0.075		354.3	17			268.3	13			128.3	6			
0.100	70.5	587.6	29	22.4	31.8	396.5	19	17.10	24.3	296.5	14	10.33	14.7	
0.150		623.8	30			465.8	23			303.4	15			
0.200	105.7	768.4	37	40.6	38.4	632.5	31	32.62	30.9	456.2	22	25.13	23.8	
0.250		968.4	47			856.3	42			689.7	34			
0.300		1168.4	57			1069.7	52			875.4	43			
0.400		1653.7	81			1245.7	61			1036.4	51			
0.500		2036.4	99			1754.8	86			1126.4	55			
RESPONSABLES DEL ENSAYO						COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR				
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro		DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING CIVIL DIP N° 191899				GERMÁN SAGASTEGUI VÁSQUEZ ING. CIVIL CIH: 128033						
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020						

Figura N° 136: Ensayo de CBR C-2, M-2 (2.00 %)

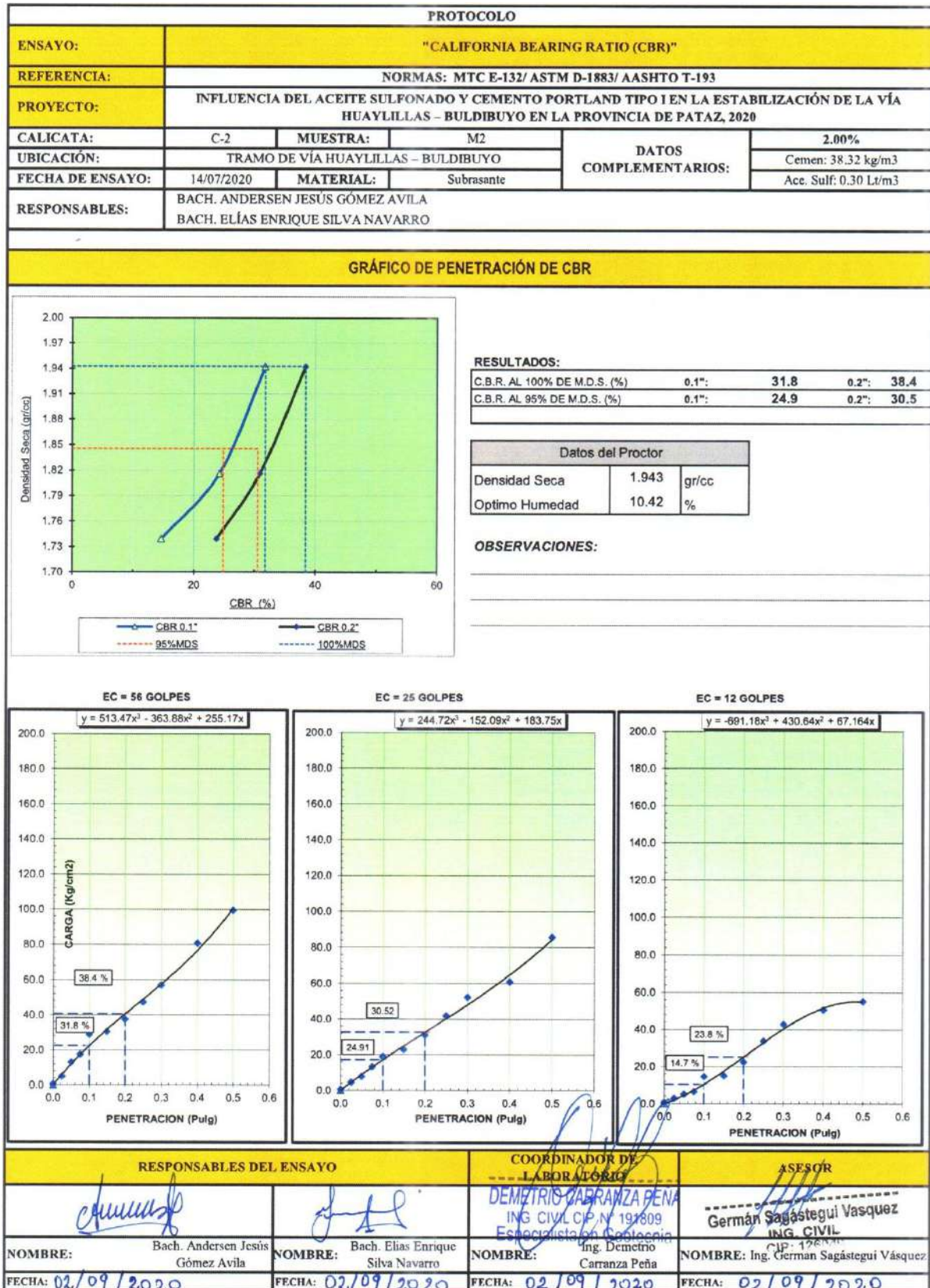


Figura N° 137: Ensayo de CBR C-2, M-2 (2.00 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C.2	MUESTRA:		M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:			3.50%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO								Cemen: 67.06 kg/m ³			
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Subrasante				Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		:	1.976	g/cm ³		CAPACIDAD :			10000	Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		:	9.35	%		ANILLO :			1				
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5		5		5			
N° Capa		56		25		12		12		12			
Golpes por capa N°		56		25		12		12		12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12213		12560		12312		12312		12312			
Peso de molde (gr)		7750		8432		8410		8410		8410			
Peso del suelo húmedo (gr)		4463		4128		3902		3902		3902			
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2140		2140		2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.123		1.964		1.823		1.823		1.823			
Humedad (%)		7.02		7.09		7.20		7.20		7.20			
Densidad seca (gr/cm ³)		1.984		1.834		1.701		1.701		1.701			
Tarro N°		S/N		S/N		S/N		S/N		S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		145.68		136.54		125.67		125.67		125.67			
Tarro + Suelo seco (gr)		137.12		128.45		120.84		120.84		120.84			
Peso del Agua (gr)		8.56		8.09		7.83		7.83		7.83			
Peso del tarro (gr)		15.23		14.36		12.12		12.12		12.12			
Peso del suelo seco (gr)		121.89		114.09		108.72		108.72		108.72			
Humedad (%)		7.02		7.09		7.20		7.20		7.20			
Promedio de Humedad (%)		7.02		7.09		7.20		7.20		7.20			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.06	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.08	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.15	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
										0.002			
										% NO PRESENTA EXPANSIÓN			
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		158.9	8			102.3	5			84.7	4		
0.050		396.5	19			212.4	10			121.6	6		
0.075		568.4	28			469.7	23			347.9	17		
0.100	70.5	897.4	44	39.3	55.8	785.6	38	31.02	44.0	566.2	28	25.07	35.6
0.150		1165.4	57			962.3	47			772.1	38		
0.200	105.7	1365.4	67	69.4	65.7	1126.8	55	57.60	54.5	987.4	48	44.33	41.9
0.250		1655.8	81			1365.9	67			1060.4	52		
0.300		1986.1	97			1654.7	81			1236.2	60		
0.400		2230.8	109			1986.5	97			1524.7	74		
0.500		2649.8	129			2200.3	109			1985.2	97		
RESPONSABLES DEL ENSAYO						COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
 Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila						 Bach. Elías Enrique Silva Navarro			 Germán Sagastegui Vásquez				
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila FECHA: 02/09/2020						NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro FECHA: 02/09/2020			NOMBRE: Ing. Germán Sagastegui Vásquez FECHA: 02/09/2020				

Figura N° 138: Ensayo de CBR C-2, M-2 (3.50 %)

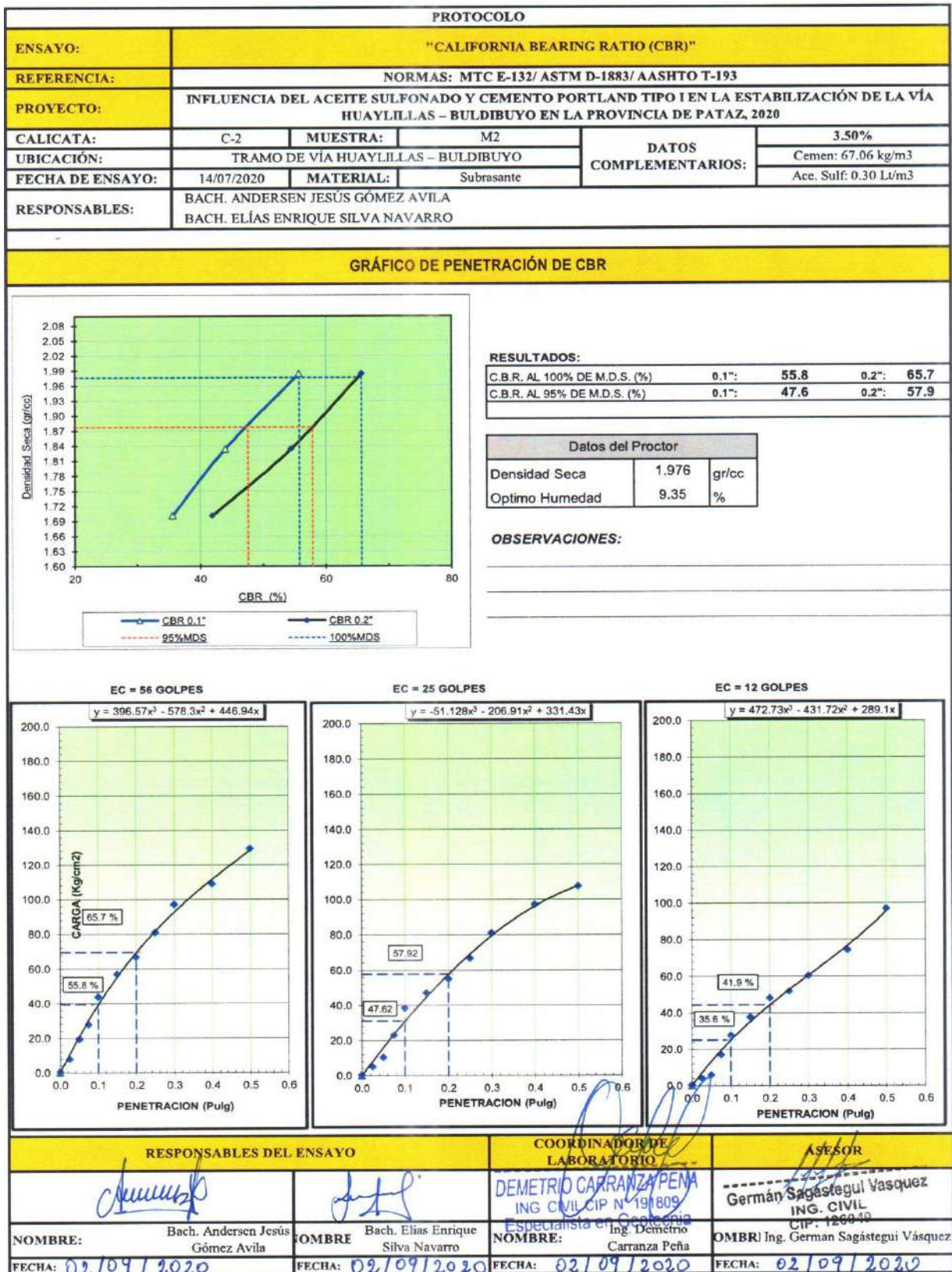


Figura N° 139: Ensayo de CBR C-2, M-2 (3.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C.2	MUESTRA:		M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:			5.00%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO							Cemen: 95.8 kg/m ³				
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Subrasante				Ace. Sulf. 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA :		2.002		g/cm ³		CAPACIDAD :		10000		Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :		7.79 %				ANILLO :		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5				5				5			
N° Capa		56				25				12			
Golpes por capa N°		56				25				12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12951				12863				12685			
Peso de molde (gr)		8432				8450				8470			
Peso del suelo húmedo (gr)		4519				4413				4215			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.150				2.099				1.970			
Humedad (%)		7.39				7.21				7.21			
Densidad seca (gr/cm ³)		2.002				1.958				1.838			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		162.54				163.54				155.40			
Tarro + Suelo seco (gr)		152.40				153.64				145.68			
Peso del Agua (gr)		10.14				9.90				9.72			
Peso del tarro (gr)		15.23				16.28				10.80			
Peso del suelo seco (gr)		137.17				137.36				134.88			
Humedad (%)		7.39				7.21				7.21			
Promedio de Humedad (%)		7.39				7.21				7.21			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		261.0	13			211.3	10			183.2	9		
0.050		574.0	28			346.0	17			301.7	15		
0.075		789.4	39			742.0	36			632.0	31		
0.100	70.5	1256.3	61	61.1	86.7	1268.0	62	56.09	79.6	1085.4	53	47.85	67.6
0.150		1863.7	91			1763.0	86			1552.6	76		
0.200	105.7	2489.4	121	128.2	121.3	2358.0	115	112.35	106.3	1948.6	95	95.16	90.0
0.250		3653.4	178			2897.0	140			2376.4	116		
0.300		3986.1	194			3360.0	164			2877.4	140		
0.400		4365.2	213			3782.0	184			3264.1	159		
0.500		4986.4	243			4180.0	203			3619.2	176		
RESPONSABLES DEL ENSAYO						COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR				
Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila		Bach. Elías Enrique Silva Navarro		ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia			Ing. Germán Sagastegui Vásquez ING. CIVIL			Ing. Germán Sagastegui Vásquez CIP Ing. Germán Sagastegui Vásquez			
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020			FECHA: 02/09/2020			FECHA: 02/09/2020			

Figura N° 140: Ensayo de CBR C-2, M-2 (5.00 %)

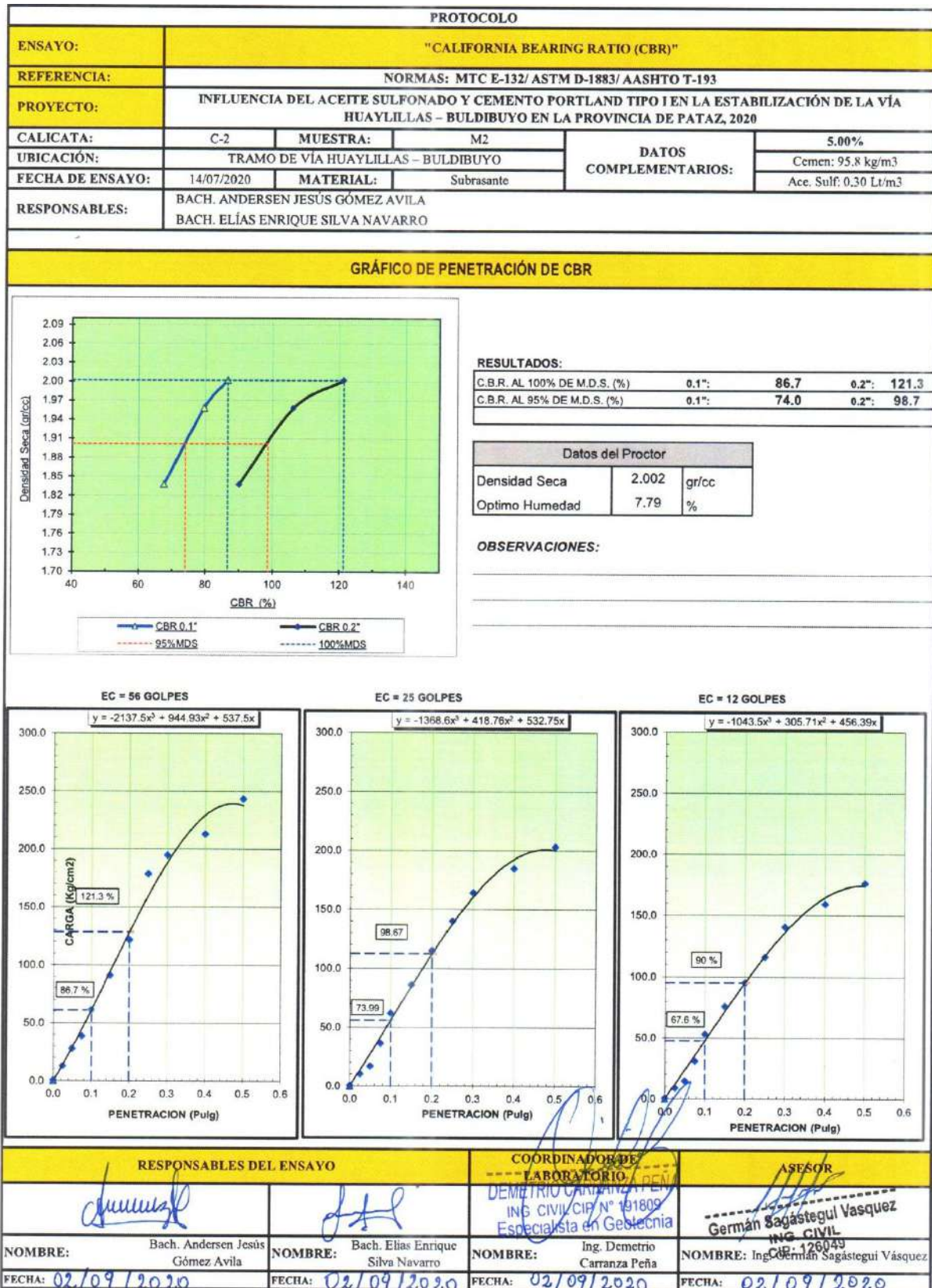


Figura N° 141: Ensayo de CBR C-2, M-2 (5.00 %)

PROTOCOLO															
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"													
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193													
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020													
CALICATA:		C-3	MUESTRA:		M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:			0.50%						
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO							Cemen: 9.405 kg/m ³						
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Rasante				Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³						
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO													
DATOS DEL PROCTOR															
MAXIMA DENSIDAD SECA		1.903		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000		Lbs.					
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		9.52 %				ANILLO:		1							
ENSAYO DE CBR															
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193															
Molde N°		5				5				5					
N° Capa		56				25				12					
Golpes por capa N°		56				25				12					
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12821				11953				12341					
Peso de molde (gr)		8410				7750				8450					
Peso del suelo húmedo (gr)		4411				4203				3891					
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140					
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.098				2.000				1.818					
Humedad (%)		10.35				10.06				10.07					
Densidad seca (gr/cm ³)		1.901				1.817				1.652					
Tarro N°		S/N				S/N				S/N					
Tarro + Suelo húmedo (gr)		124.60				134.65				129.64					
Tarro + Suelo seco (gr)		114.34				123.65				118.89					
Peso del Agua (gr)		10.26				11.00				10.75					
Peso del tarro (gr)		15.23				14.36				12.12					
Peso del suelo seco (gr)		99.11				109.29				106.77					
Humedad (%)		10.35				10.06				10.07					
Promedio de Humedad (%)		10.35				10.06				10.07					
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm %		DIAL	EXPANSION mm %		DIAL	EXPANSION mm %					
18/02/2019	16:00														
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0				
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0				
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0				
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0				
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN							
PENETRACIÓN															
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11					
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%		
		0				0				0					
0.025		115.6	6			85.0	4			52.0	3				
0.050		254.3	12			199.1	10			112.1	5				
0.075		306.7	15			233.8	11			186.4	9				
0.100	70.5	452.1	22	19.7	28.0	325.4	16	15.60	22.1	263.3	13	12.38	17.5		
0.150		547.9	27			468.1	23			374.1	18				
0.200	105.7	622.7	30	33.8	32.0	526.4	26	27.61	26.1	455.2	22	22.69	21.5		
0.250		789.2	38			687.2	34			599.8	29				
0.300		995.6	49			756.4	37			603.4	29				
0.400		1098.7	54			954.7	47			786.2	38				
0.500		1356.2	66			1120.0	55			902.3	44				
RESPONSABLES DEL ENSAYO															
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA				ING. GERMAN SAGASTEGUI VÁSQUEZ			
FECHA: 01/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020			

Figura N° 142: Ensayo de CBR C-3, M-1 (0.50 %)

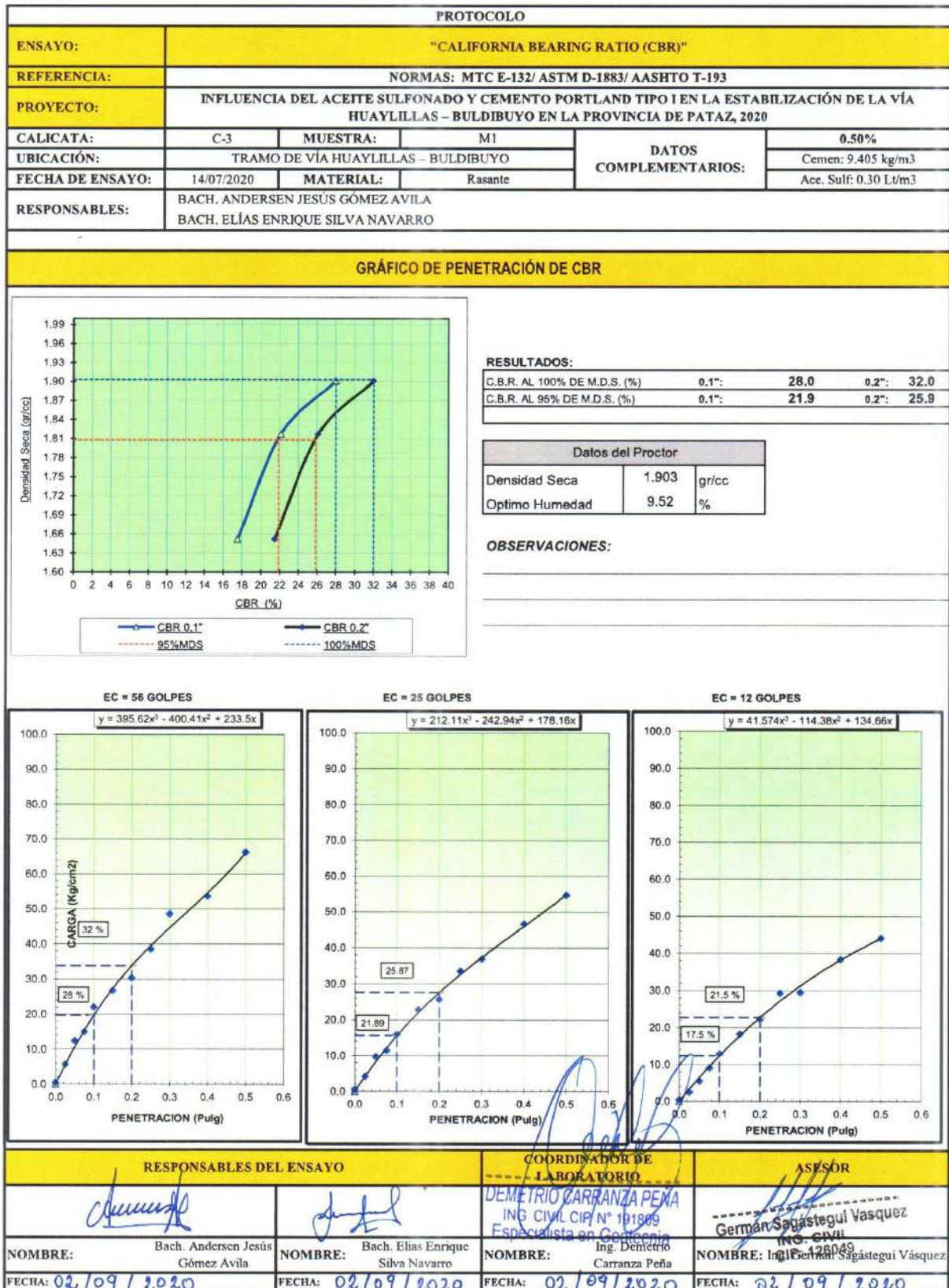


Figura N° 143: Ensayo de CBR C-3, M-1 (0.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-3		MUESTRA:		M1		DATOS COMPLEMENTARIOS:		2.00%			
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO						Cemen: 37.62 kg/m ³					
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020		MATERIAL:		Rasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³					
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		:		1.929		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000 Lbs.			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		:		9.67 %				ANILLO		1			
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5		5		5			
N° Capa		56		25		12		12		12			
Golpes por capa N°		56		25		12		12		12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12212				12564				11742			
Peso de molde (gr)		7750				8410				7710			
Peso del suelo húmedo (gr)		4462				4154				4032			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.123				1.976				1.884			
Humedad (%)		9.75				9.27				9.26			
Densidad seca (gr/cm ³)		1.934				1.808				1.724			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		132.15				126.54				129.64			
Tarro + Suelo seco (gr)		121.85				117.30				119.68			
Peso del Agua (gr)		10.30				9.24				9.96			
Peso del tarro (gr)		16.21				17.60				12.12			
Peso del suelo seco (gr)		105.64				99.70				107.56			
Humedad (%)		9.75				9.27				9.26			
Promedio de Humedad (%)		9.75				9.27				9.26			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		268.1	13			163.2	8			101.3	5		
0.050		456.2	22			306.4	15			256.4	13		
0.075		602.4	29			452.3	22			333.5	16		
0.100	70.5	865.2	42	37.0	52.5	689.7	34	30.86	43.8	456.6	22	23.91	33.9
0.150		1023.2	50			968.5	47			785.4	38		
0.200	105.7	1110.0	54	60.6	57.4	1065.7	52	52.96	50.1	988.1	47	44.77	42.4
0.250		1365.4	67			1136.6	55			1036.7	51		
0.300		1600.3	78			1465.3	71			1254.3	61		
0.400		1856.0	91			1685.4	82			1524.6	74		
0.500		2020.3	99			1875.4	91			1632.5	80		
RESPONSABLES DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila				NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro				NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 144: Ensayo de CBR C-3, M-1 (2.00 %)

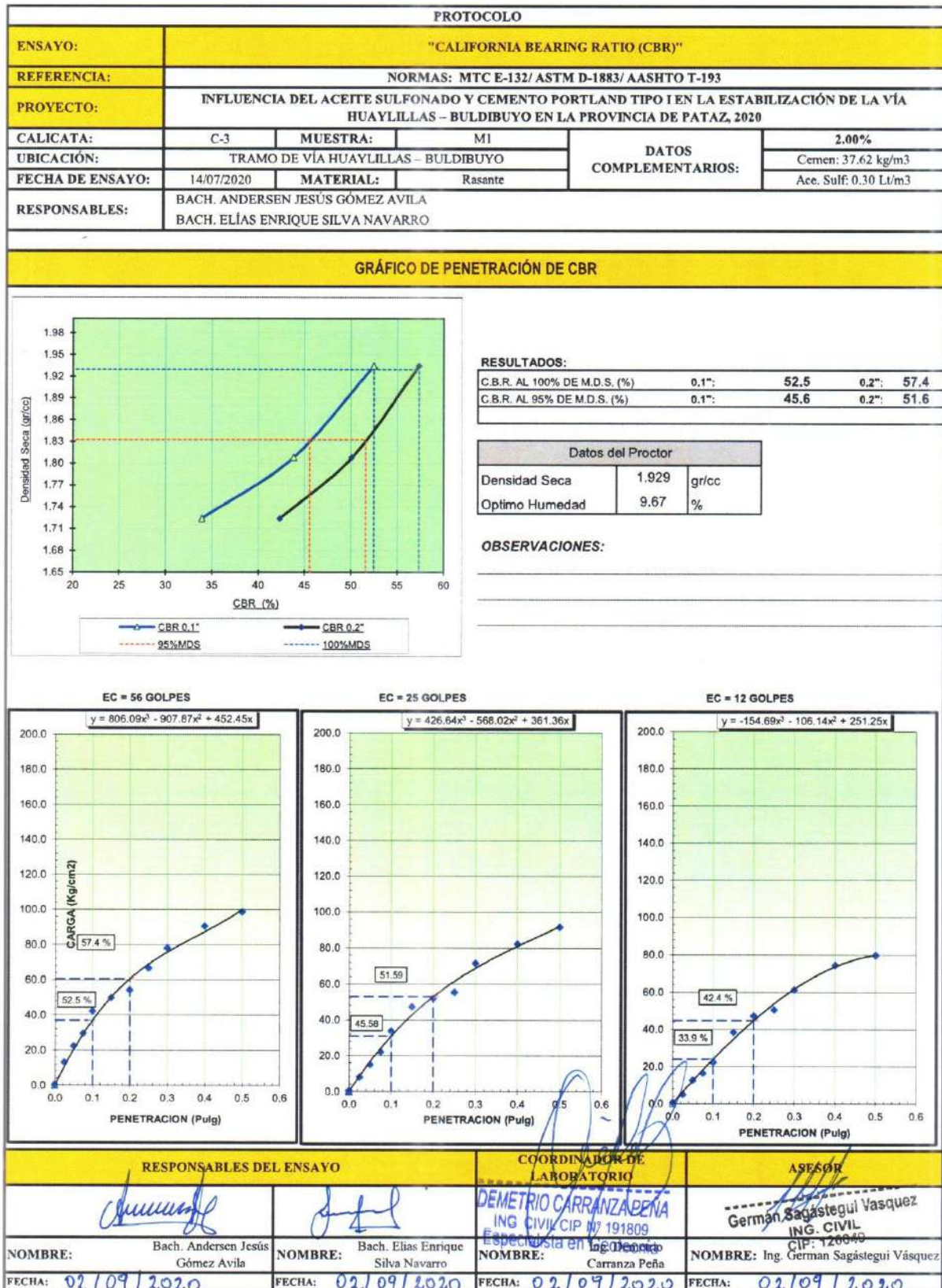


Figura N° 145: Ensayo de CBR C-3, M-1 (2.00 %)

PROTOCOLO															
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"													
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ASTM D-1883/AASHTO T-193													
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020													
CALICATA:		C-3		MUESTRA:		M1		DATOS COMPLEMENTARIOS:				3.50%			
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO						Cemen: 65.835 kg/m ³							
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020		MATERIAL:		Rasante		Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³							
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO													
DATOS DEL PROCTOR															
MAXIMA DENSIDAD SECA		1.952		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000		Lbs.					
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		8.35 %				ANILLO:		1							
ENSAYO DE CBR															
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193															
Molde N°		5		5		5									
N° Capa		56		25		12									
Golpes por capa N°															
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		13120				11875				12465					
Peso de molde (gr)		8675				7710				8450					
Peso del suelo húmedo (gr)		4445				4165				4015					
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140					
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.115				1.981				1.876					
Humedad (%)		8.21				8.35				8.66					
Densidad seca (gr/cm ³)		1.955				1.828				1.726					
Tarro N°		S/N				S/N				S/N					
Tarro + Suelo húmedo (gr)		124.56				125.36				130.05					
Tarro + Suelo seco (gr)		115.96				116.87				120.79					
Peso del Agua (gr)		8.60				8.49				9.26					
Peso del tarro (gr)		11.23				15.23				13.84					
Peso del suelo seco (gr)		104.73				101.64				106.95					
Humedad (%)		8.21				8.35				8.66					
Promedio de Humedad (%)		8.21				8.35				8.66					
EXPANSIÓN															
FECHA		HORA		TIEMPO Hr.		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION			
								mm %				mm %			
18/02/2019		16:00													
19/02/2019		16:00		24		0.04		0.0 0.0		0.07		0.0 0.0			
20/02/2019		16:00		48		0.05		0.0 0.0		0.08		0.0 0.0			
21/02/2019		16:00		72		0.07		0.0 0.0		0.09		0.0 0.0			
22/02/2019		16:00		96		0.10		0.0 0.0		0.10		0.0 0.0			
								0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN			
PENETRACIÓN															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
STAND.		kg/cm ²		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
pulg				Dial (div)		kg/cm ²		Dial (div)		kg/cm ²		Dial (div)		kg/cm ²	
0.025				303.5		15		203.5		10		102.3		5	
0.050				624.5		30		356.2		17		203.6		10	
0.075				875.2		43		746.6		37		456.8		22	
0.100		70.5		1026.5		50		854.2		42		832.2		31	
0.150				1265.3		62		986.5		48		745.8		36	
0.200		105.7		1526.4		74		1123.5		55		986.4		48	
0.250				2014.8		98		1863.5		91		1123.5		55	
0.300				2236.5		109		2068.6		101		1368.9		67	
0.400				3265.5		159		2563.7		125		1565.7		76	
0.500				3599.6		176		2986.5		146		2036.8		99	
RESPONSABLES DEL ENSAYO															
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR			
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:			
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020			

Figura N° 146: Ensayo de CBR C-3, M-1 (3.50 %)

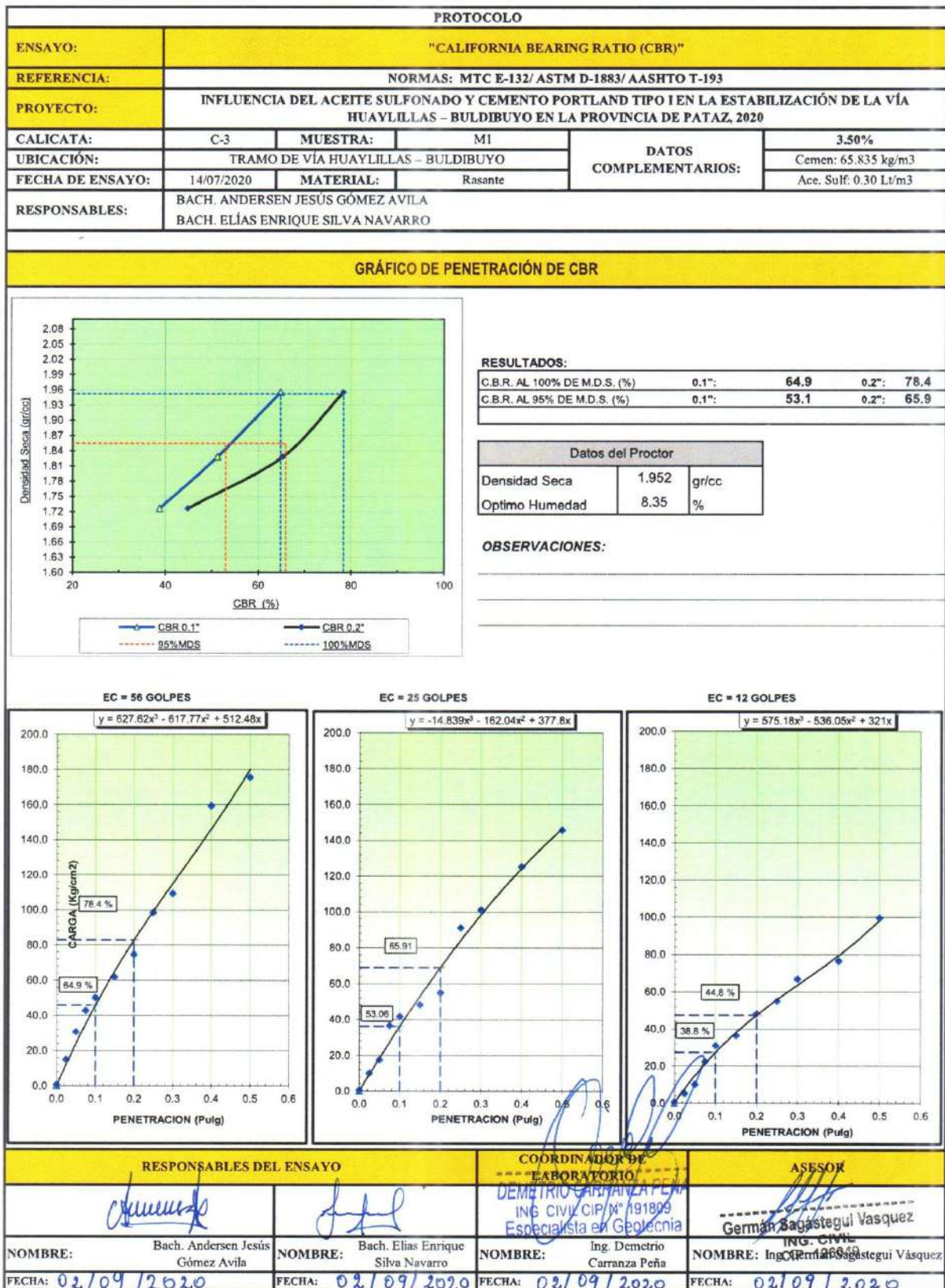


Figura N° 147: Ensayo de CBR C-3, M-1 (3.50 %)

PROTOCOLO															
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"													
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193													
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020													
CALICATA:		C-3	MUESTRA:		M1		DATOS COMPLEMENTARIOS:			5.00%					
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO				Cemen: 94.05 kg/m ³									
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Rasante					Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³					
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO													
DATOS DEL PROCTOR															
MAXIMA DENSIDAD SECA		1.985		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000		Lbs.					
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		7.02 %				ANILLO:		1							
ENSAYO DE CBR															
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193															
Molde N°		5		5		5									
N° Capa		56		25		12									
Golpes por capa N°		56		25		12									
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO					
Peso molde + suelo húmedo (gr)		13120				11875				12465					
Peso de molde (gr)		8675				7710				8450					
Peso del suelo húmedo (gr)		4445				4165				4015					
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140					
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.115				1.981				1.876					
Humedad (%)		8.21				8.35				8.66					
Densidad seca (gr/cm ³)		1.955				1.828				1.726					
Tarro N°		S/N				S/N				S/N					
Tarro + Suelo húmedo (gr)		124.56				125.36				130.05					
Tarro + Suelo seco (gr)		115.96				116.87				120.79					
Peso del Agua (gr)		8.60				8.49				9.26					
Peso del tarro (gr)		11.23				15.23				13.84					
Peso del suelo seco (gr)		104.73				101.64				106.95					
Humedad (%)		8.21				8.35				8.66					
Promedio de Humedad (%)		8.21				8.35				8.66					
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
18/02/2019	16:00														
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0				
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0				
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0				
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0				
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN							
PENETRACIÓN															
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11					
		CARGA Dial (div)	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Dial (div)	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Dial (div)	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%		
		0				0				0					
0.025		365.2	18			211.5	10			188.2	9				
0.050		665.3	32			345.6	17			302.5	15				
0.075		928.5	45			777.2	38			622.8	30				
0.100	70.5	1465.3	71	68.5	94.4	1236.5	60	55.86	79.3	1085.6	53	47.48	67.4		
0.150		1985.6	97			1763.5	86			1526.4	74				
0.200	105.7	2543.6	124	129.5	122.6	2354.7	115	112.92	106.9	1958.6	96	94.86	89.8		
0.250		3342.0	163			2896.4	141			2375.8	116				
0.300		3866.6	189			3365.3	164			2875.9	140				
0.400		4386.5	214			3784.2	185			3265.5	159				
0.500		4896.5	239			4035.6	197			3652.4	178				
RESPONSABLES DEL ENSAYO															
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA				BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO				COORDINADOR DE LABORATORIO ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia Ing. Demetrio Carranza Peña				ASESOR Ing. German Sagastegui Vasquez ING. CIVIL CIP: 126049			
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila				NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro				NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña				NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez			
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020			

Figura N° 148: Ensayo de CBR C-3, M-1 (5.00 %)

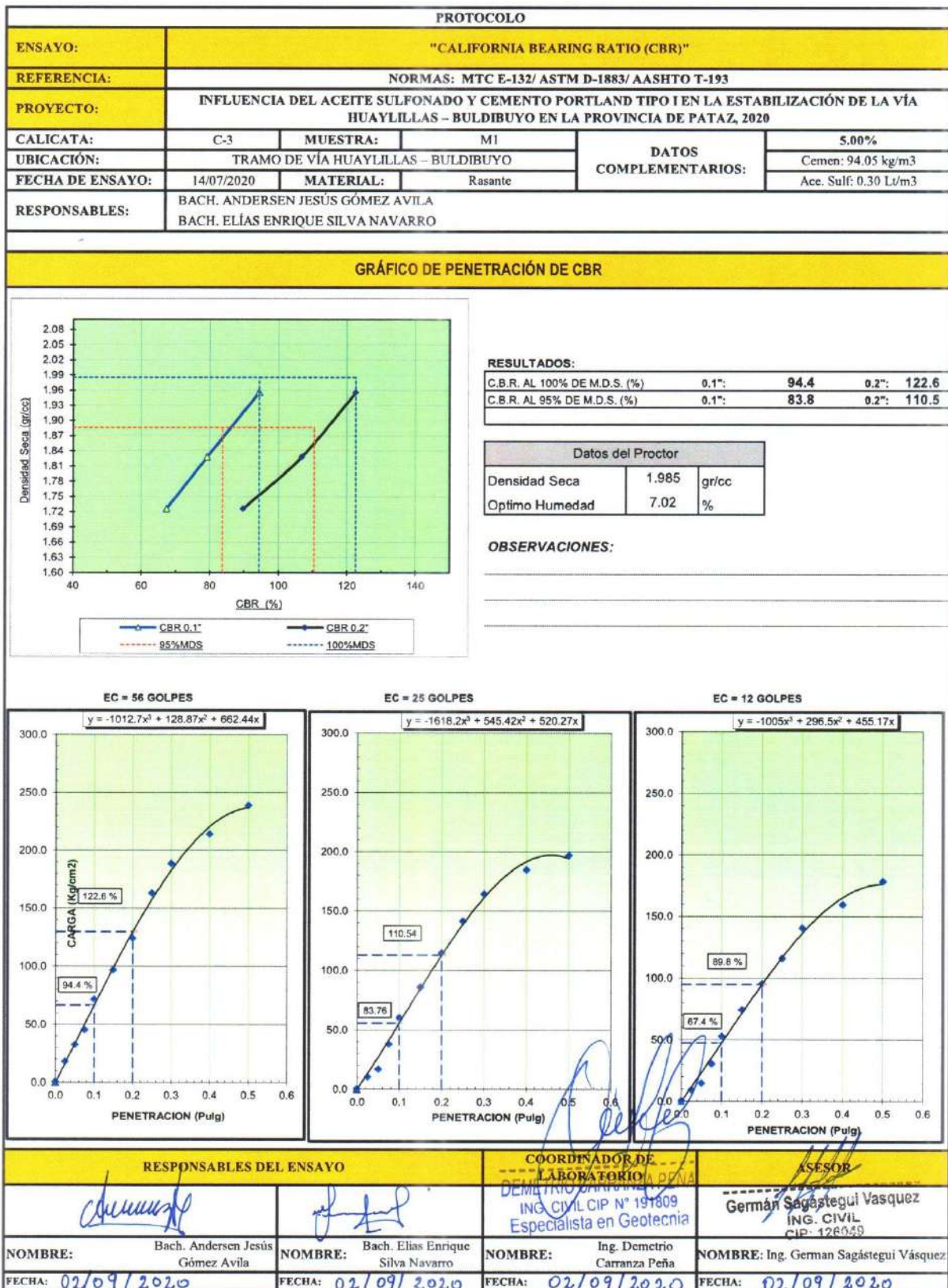


Figura N° 149: Ensayo de CBR C-3, M-1 (5.00 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-3	MUESTRA:		M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:			0.50%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO							Cemen: 9.76 kg/m ³				
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Subrasante				Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		1.961		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000		Lbs.			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		8.98 %				ANILLO:		1					
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5		5		5			
N° Capa		56		25		12		12		12			
Golpes por capa N°		56		25		12		12		12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12245		12002		11754		11754		11754			
Peso de molde (gr)		7740		7752		7715		7715		7715			
Peso del suelo húmedo (gr)		4505		4250		4039		4039		4039			
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2140		2140		2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.143		2.022		1.887		1.887		1.887			
Humedad (%)		8.90		9.01		9.03		9.03		9.03			
Densidad seca (gr/cm ³)		1.968		1.855		1.731		1.731		1.731			
Tarro N°		S/N		S/N		S/N		S/N		S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		158.78		146.87		150.36		150.36		150.36			
Tarro + Suelo seco (gr)		146.80		135.62		138.95		138.95		138.95			
Peso del Agua (gr)		11.98		11.25		11.41		11.41		11.41			
Peso del tarro (gr)		12.12		10.80		12.65		12.65		12.65			
Peso del suelo seco (gr)		134.68		124.82		126.30		126.30		126.30			
Humedad (%)		8.90		9.01		9.03		9.03		9.03			
Promedio de Humedad (%)		8.90		9.01		9.03		9.03		9.03			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		86.0	4			62.3	3			45.3	2		
0.050		125.6	6			98.3	5			65.2	3		
0.075		189.6	9			154.3	8			103.7	5		
0.100	70.5	265.3	13	11.8	16.7	223.6	11	10.02	14.2	198.6	10	7.56	10.7
0.150		365.4	18			312.6	15			285.3	13		
0.200	105.7	475.6	23	25.3	23.9	413.8	20	21.98	20.8	321.4	16	18.32	17.3
0.250		600.3	29			567.4	26			456.8	22		
0.300		875.6	43			742.3	36			666.6	33		
0.400		978.6	48			866.3	42			774.5	38		
0.500		1098.6	54			996.3	49			851.3	42		
RESPONSABLES DEL ENSAYO						COORDINADOR DE LABORATORIO			ASPIRADOR				
Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		Bach. Elias Enrique Silva Navarro		Ing. Demetrio Carranza Peña		Ing. German Sagastegui Vásquez			Ing. German Sagastegui Vásquez				
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:			NOMBRE:				
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020			FECHA: 02/09/2020				

Figura N° 150: Ensayo de CBR C-3, M-2 (0.50 %)



Figura N° 151: Ensayo de CBR C-3, M-2 (0.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-3	MUESTRA:		M2	DATOS COMPLEMENTARIOS:			2.00%				
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO								Cemen: 39.04 kg/m ³			
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020	MATERIAL:		Subrasante				Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³				
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		2.007		g/cm ³		CAPACIDAD:			10000		Lbs.		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		9.26		%		ANILLO:			1				
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5							
N° Capa		56		25		12							
Golpes por capa N°		56		25		12							
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		13058		11988		12568							
Peso de molde (gr)		8450		7723		8410							
Peso del suelo húmedo (gr)		4608		4263		4158							
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2140							
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.192		2.028		1.943							
Humedad (%)		9.16		9.01		9.03							
Densidad seca (gr/cm ³)		2.008		1.860		1.782							
Tarro N°		S/N		S/N		S/N							
Tarro + Suelo húmedo (gr)		142.60		146.87		150.36							
Tarro + Suelo seco (gr)		131.65		135.62		138.95							
Peso del Agua (gr)		10.95		11.25		11.41							
Peso del tarro (gr)		12.12		10.80		12.65							
Peso del suelo seco (gr)		119.53		124.82		126.30							
Humedad (%)		9.16		9.01		9.03							
Promedio de Humedad (%)		9.16		9.01		9.03							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		120.3	6			85.6	4			66.3	3		
0.050		245.6	12			135.6	7			98.9	5		
0.075		458.3	22			265.3	13			168.2	8		
0.100	70.5	568.4	28	27.4	38.9	365.2	18	19.47	27.5	254.6	12	13.46	19.1
0.150		798.6	39			635.2	31			465.3	23		
0.200	105.7	965.3	47	45.1	42.5	748.9	37	36.30	34.3	568.4	28	27.79	26.3
0.250		1065.3	52			958.4	47			745.6	36		
0.300		1123.7	55			1068.4	52			854.5	42		
0.400		1566.6	77			1236.5	90			1026.8	50		
0.500		1986.5	97			1625.4	79			1235.5	60		
RESPONSABLES DEL ENSAYO													
BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA		BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO		ING. DEMETRIO CARRANZA PEÑA		ING. GERMÁN SAGASTEGUI VÁSQUEZ							
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:							
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020							

Figura N° 152: Ensayo de CBR C-3, M-2 (2.00 %)

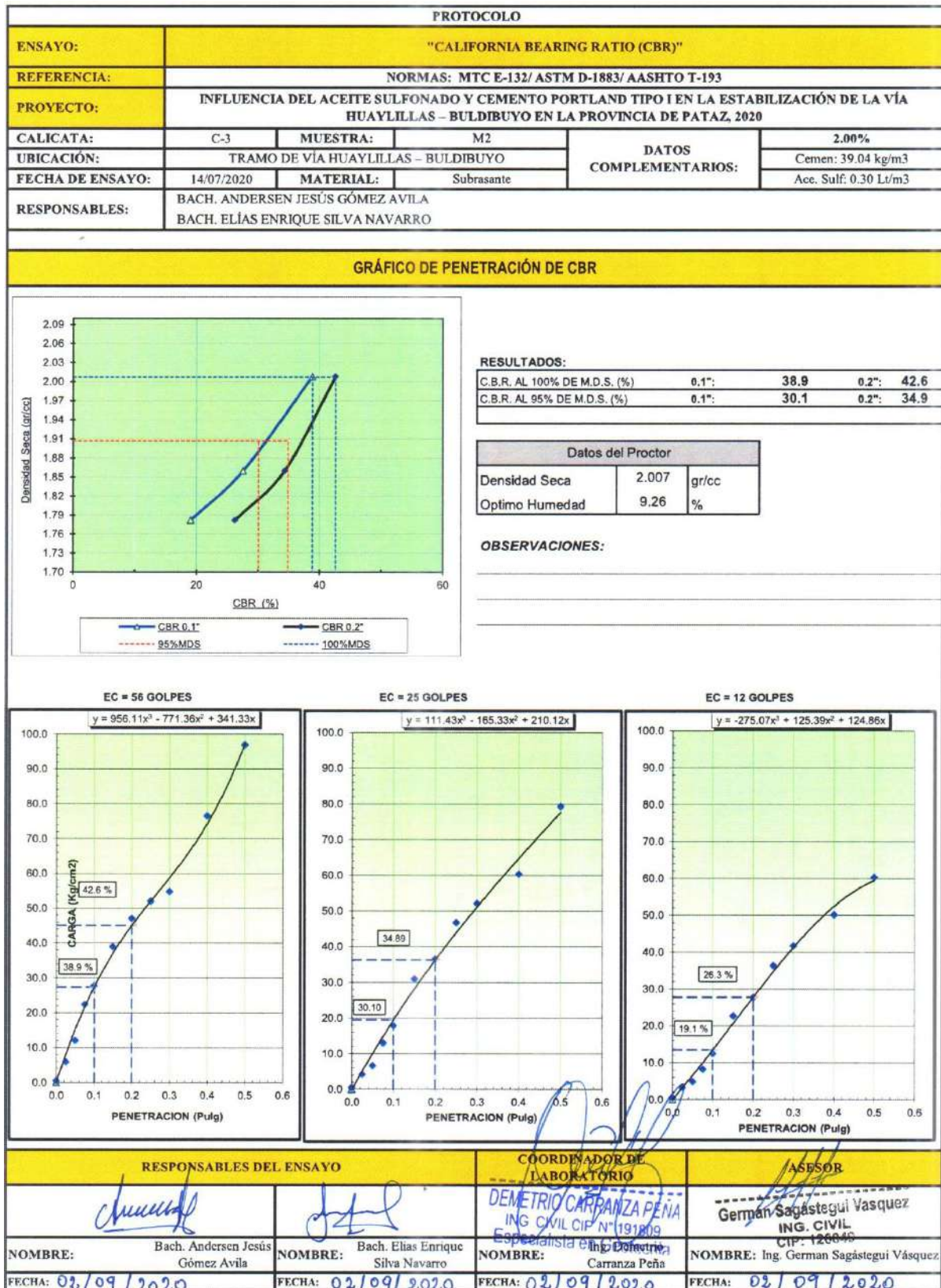


Figura N° 153: Ensayo de CBR C-3, M-2 (2.00 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-3		MUESTRA:		M2		DATOS		3.50%			
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO						COMPLEMENTARIOS:		Cemen: 68.32 kg/m ³			
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020		MATERIAL:		Subrasante				Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³			
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA		:		2.013		g/cm ³		CAPACIDAD:		10000 Lbs.			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		:		8.15 %				ANILLO:		1			
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5		5		5		5		5			
N° Capa		56		25		12		12		12			
Golpes por capa N°		56		25		12		12		12			
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12338		12850		12568		12568		12568			
Peso de molde (gr)		7750		8500		8410		8410		8410			
Peso del suelo húmedo (gr)		4588		4350		4158		4158		4158			
Volumen del molde (cm ³)		2102		2102		2140		2140		2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.183		2.069		1.943		1.943		1.943			
Humedad (%)		8.45		8.46		8.43		8.43		8.43			
Densidad seca (gr/cm ³)		2.013		1.908		1.792		1.792		1.792			
Tarro N°		S/N		S/N		S/N		S/N		S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		126.30		136.50		149.60		149.60		149.60			
Tarro + Suelo seco (gr)		117.40		126.70		138.95		138.95		138.95			
Peso del Agua (gr)		8.90		9.80		10.65		10.65		10.65			
Peso del tarro (gr)		12.12		10.80		12.65		12.65		12.65			
Peso del suelo seco (gr)		105.28		115.90		126.30		126.30		126.30			
Humedad (%)		8.45		8.46		8.43		8.43		8.43			
Promedio de Humedad (%)		8.45		8.46		8.43		8.43		8.43			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm %		DIAL	EXPANSION mm %		DIAL	EXPANSION mm %			
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		190.6	9			106.0	5			89.7	4		
0.050		365.8	18			222.3	11			126.5	6		
0.075		635.2	31			487.8	24			254.3	12		
0.100	70.5	968.2	47	40.7	57.7	845.6	41	32.24	45.8	362.4	18	17.64	25.0
0.150		1236.5	60			1036.5	51			547.8	27		
0.200	105.7	1562.5	75	79.1	74.9	1002.3	49	59.02	55.8	863.5	42	38.19	36.1
0.250		1896.5	93			1423.6	59			985.6	48		
0.300		2415.6	118			1896.3	93			1200.3	59		
0.400		2986.0	146			2214.3	108			1637.2	80		
0.500		3452.0	168			2986.1	146			2001.6	98		
RESPONSABLES DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
Bach. Andersen Jesús Gómez Avila				Bach. Elías Enrique Silva Navarro				Ing. Demetrio Carranza Peña					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 154: Ensayo de CBR C-3, M-2 (3.50 %)

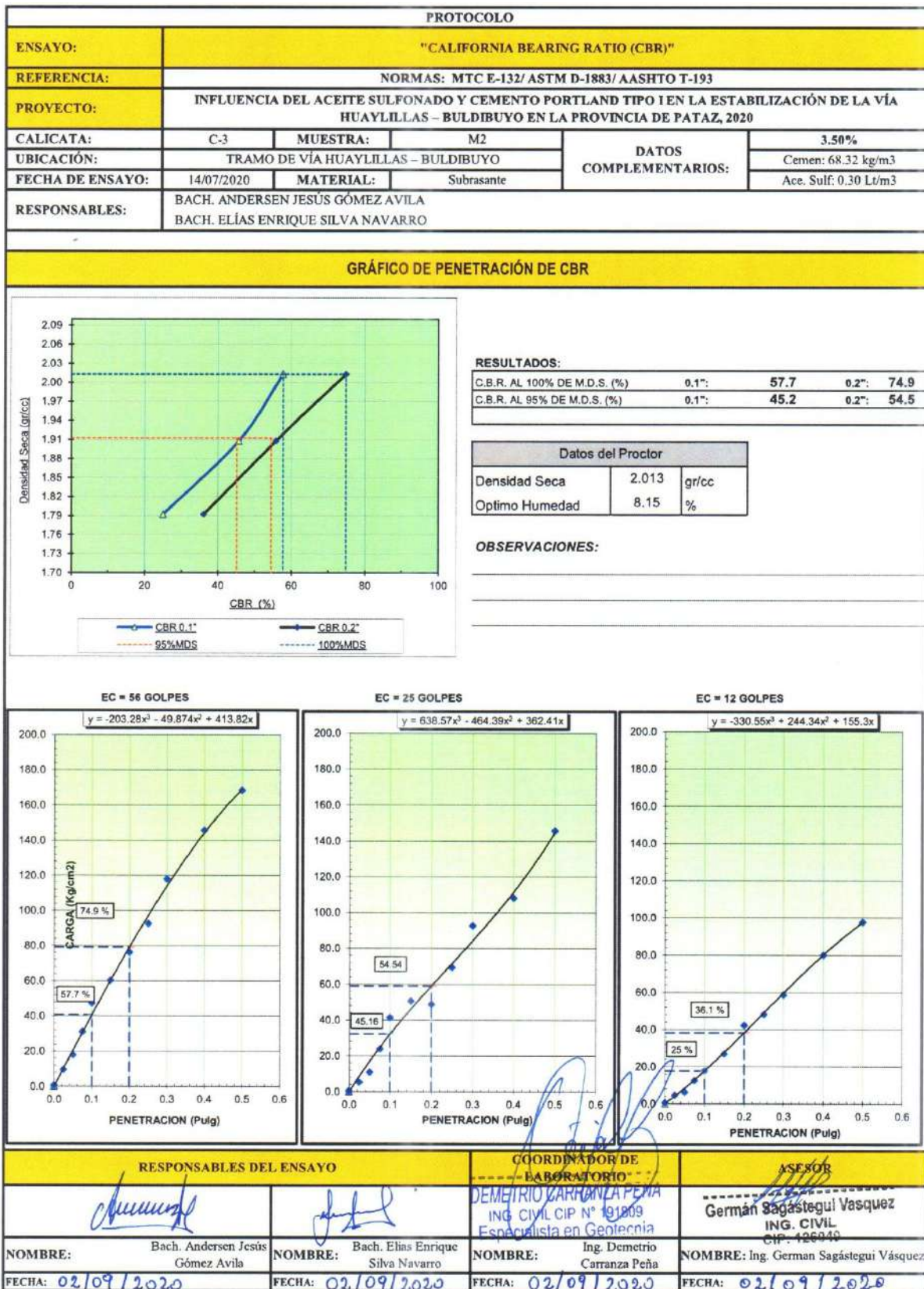


Figura N° 155: Ensayo de CBR C-3, M-2 (3.50 %)

PROTOCOLO													
ENSAYO:		"CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)"											
REFERENCIA:		NORMAS: MTC E-132/ ASTM D-1883/ AASHTO T-193											
PROYECTO:		INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020											
CALICATA:		C-3		MUESTRA:		M2		DATOS COMPLEMENTARIOS:			5.00%		
UBICACIÓN:		TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO									Cemen: 97.60 kg/m ³		
FECHA DE ENSAYO:		14/07/2020		MATERIAL:		Subrasante					Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³		
RESPONSABLES:		BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO											
DATOS DEL PROCTOR													
MAXIMA DENSIDAD SECA :		2.019		g/cm ³		CAPACIDAD :			10000		Lbs.		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :		7.38 %					ANILLO :			1			
ENSAYO DE CBR													
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193													
Molde N°		5				5				5			
N° Capa		56				25				12			
Golpes por capa N°													
Cond. de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12298				12860				12560			
Peso de molde (gr)		7750				8500				8410			
Peso del suelo húmedo (gr)		4548				4360				4170			
Volumen del molde (cm ³)		2102				2102				2140			
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.164				2.074				1.949			
Humedad (%)		7.23				7.14				7.09			
Densidad seca (gr/cm ³)		2.018				1.936				1.820			
Tarro N°		S/N				S/N				S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)		126.35				140.32				136.54			
Tarro + Suelo seco (gr)		118.65				131.98				128.40			
Peso del Agua (gr)		7.70				8.34				8.14			
Peso del tarro (gr)		12.12				15.23				13.58			
Peso del suelo seco (gr)		106.53				116.75				114.82			
Humedad (%)		7.23				7.14				7.09			
Promedio de Humedad (%)		7.23				7.14				7.09			
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/02/2019	16:00												
19/02/2019	16:00	24	0.04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0		
20/02/2019	16:00	48	0.05	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0		
21/02/2019	16:00	72	0.07	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0		
22/02/2019	16:00	96	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0		
				0.002				% NO PRESENTA EXPANSIÓN					
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
			0				0				0		
0.025		223.6	11			195.6	10			100.4	5		
0.050		652.3	32			456.3	22			265.3	13		
0.075		986.3	48			789.6	39			458.2	22		
0.100	70.5	1320.0	64	66.6	94.5	1365.2	67	59.05	83.8	785.6	38	37.60	53.4
0.150		1896.2	92			1854.5	90			1325.4	65		
0.200	105.7	2798.3	135	133.0	125.9	2356.7	115	118.25	111.9	1800.0	88	76.61	72.5
0.250		3653.2	178			3102.5	151			1652.3	81		
0.300		3974.6	194			3562.1	174			2356.4	115		
0.400		4432.5	216			4236.5	207			2895.4	141		
0.500		5108.3	249			4896.3	239			3214.5	157		
RESPONSABLES DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR					
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila				NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro				NOMBRE: Demetrio Carranza Peña					
FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020				FECHA: 02/09/2020					

Figura N° 156: Ensayo de CBR C-3, M-2 (5.00 %)

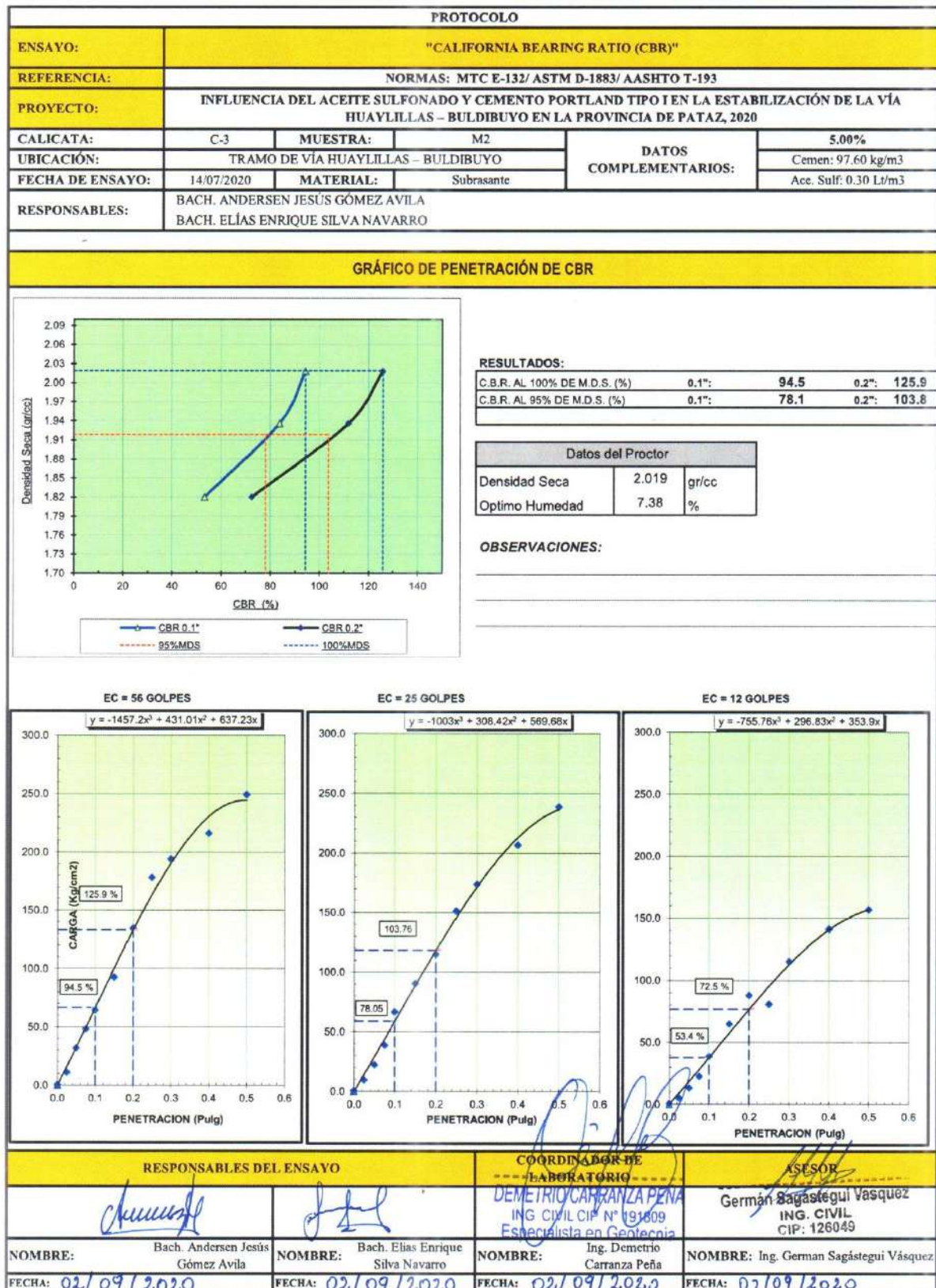


Figura N° 157: Ensayo de CBR C-3, M-2 (5.00 %)

❖ **COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC):**

➤ **CNC: Aceite Sulfonado + Cemento Portland Tipo I**

PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1			0.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO			DATOS COMPLEMENTARIOS:		Cemen: 9.88 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante			Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63	NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)			
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3845	3850	3837	3844	3846	3855
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1944	1949	1936	1943	1945	1954
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD(gr/cm ³)	2.172	2.178	2.163	2.171	2.173	2.183
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.000	2.001	1.999	2.021	2.026	2.028
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	142.3	136.5	140.23	133.6	141.3	162.4
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	132.01	126.85	130.65	125.4	132.6	151.6
PESO DE LA TARA (gr)	12.12	17.6	14.21	15.15	12.56	10.8
PESO DE AGUA (gr)	10.29	9.65	9.58	8.2	8.7	10.8
PESO MATERIAL SECO (gr)	119.89	109.25	116.44	110.25	120.04	140.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.6	8.8	8.2	7.4	7.2	7.7
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	1335	1452	1426	1397	1325	1454
AREA CM ²	82.19	82.19	82.19	82.19	82.19	82.19
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	16.24	17.67	17.35	17.00	16.12	17.69
resistencia media (Kg/cm ²)	17.09			16.94		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
 NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña FECHA: 02/09/2020		
		 NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vázquez FECHA: 02/09/2020				

Figura N° 158: Resistencia a la compresión no confinada C-1, M-1 (0.50 %)

PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		2.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO					Cemen: 39.50 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante			Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)		
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3847	3902	3879	3905	3888	3967
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1946	2001	1978	2004	1987	2066
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD (gr/cm ³)	2.174	2.236	2.210	2.239	2.220	2.308
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.034	2.106	2.085	2.093	2.070	2.146
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	150.32	165.24	156.47	159.85	165.3	156.47
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	141.31	156.32	148.36	150.32	155.23	146.58
PESO DE LA TARA (gr)	10.8	12.12	13.56	14.25	16.45	15.52
PESO DE AGUA (gr)	9.01	8.92	8.11	9.53	10.07	9.89
PESO MATERIAL SECO (gr)	130.51	144.2	134.8	136.07	138.78	131.06
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.9	6.2	6.0	7.0	7.3	7.5
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	1562	1589	1624	1523	1533	1522
AREA CM2	82.19	82.19	82.19	82.19	82.19	82.19
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	19.00	19.33	19.76	18.53	18.65	18.52
resistencia media (Kg/cm ²)	19.37			18.57		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro		NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		
				NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vázquez ING. CIVIL CIP: 126049		
				FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 159: Resistencia a la compresión no confinada C-1, M-1 (2.00 %)

PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		3.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VIA HUAYLILLAS - BULDIBUYO					Cemen: 69.13 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante			Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)		
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3835	3825	3836	3837	3830	3839
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1934	1924	1935	1936	1929	1938
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD(gr/cm ³)	2.161	2.150	2.162	2.163	2.155	2.165
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.039	2.023	2.022	2.034	2.029	2.040
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	144.36	153.64	164.72	150.36	142.63	153.26
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	137.22	145.36	155.03	142.32	135.21	145.03
PESO DE LA TARA (gr)	17.6	13.16	14.62	15.87	16.3	10.8
PESO DE AGUA (gr)	7.14	8.28	9.69	8.04	7.42	8.23
PESO MATERIAL SECO (gr)	119.62	132.2	140.41	126.45	118.91	134.23
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.0	6.3	6.9	6.4	6.2	6.1
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	1812	1799	1820	1769	1745	1769
AREA CM2	82.19	82.19	82.19	82.19	82.19	82.19
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	22.05	21.89	22.14	21.52	21.23	21.52
resistencia media (Kg/cm ²)	22.03			21.43		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila		NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro		NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		
				NOMBRE: Ing. Germán Sagastegui Vázquez ING. CIVIL CIP: 426649		
				FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 160: Resistencia a la compresión no confinada C-1, M-1 (3.50 %)

PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		5.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO					Cemen: 98.75 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante			Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)		
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3865	3870	3866	3875	3866	3866
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1964	1969	1965	1974	1965	1965
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD(gr/cm ³)	2.194	2.200	2.196	2.206	2.196	2.196
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.050	2.054	2.049	2.059	2.063	2.051
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	126.35	130.47	129.87	133.64	138.74	140.65
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	118.85	122.84	122.34	125.77	131.02	132.44
PESO DE LA TARA (gr)	12.12	15.43	16.7	15.23	10.8	16.16
PESO DE AGUA (gr)	7.5	7.63	7.53	7.87	7.72	8.21
PESO MATERIAL SECO (gr)	106.73	107.41	105.64	110.54	120.22	116.28
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.0	7.1	7.1	7.1	6.4	7.1
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	2100	2096	1995	1968	1998	1994
AREA CM2	82.19	82.19	82.19	82.19	82.19	82.19
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	25.55	25.50	24.27	23.94	24.31	24.26
resistencia media (Kg/cm ²)	25.11			24.17		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DEL LABORATORIO		ASESOR		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vásquez ING. CIVIL CIP: 126049		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 161: Resistencia a la compresión no confinada C-1, M-1 (5.00 %)

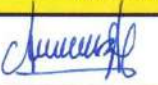
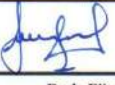
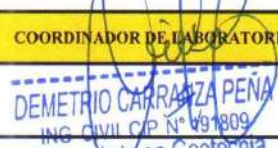

PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		0.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO					Cemen: 10.47 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante			Ace. Sulf: 0.30 L/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS			SATURADAS (4 HORAS)	
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3874	3855	3865	3874	3865	3852
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1973	1954	1964	1973	1964	1951
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD(gr/cm ³)	2.204	2.183	2.194	2.204	2.194	2.180
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.070	2.054	2.060	2.078	2.067	2.054
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPiente N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	142.3	145.32	152.31	150.26	146.32	154.6
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	134.67	137.62	144.01	142.31	138.41	146.27
PESO DE LA TARA (gr)	17.6	15.14	16.3	12.12	10.6	10.8
PESO DE AGUA (gr)	7.63	7.7	8.3	7.95	7.91	8.33
PESO MATERIAL SECO (gr)	117.07	122.48	127.71	130.19	127.81	135.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.5	6.3	6.5	6.1	6.2	6.1
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA			SATURADA (4 HORAS)		
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	1145	1165	1198	1104	1162	1098
AREA CM2	82.31	83.1	82.12	81.71	81.55	81.07
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	13.91	14.02	14.59	13.51	14.25	13.54
resistencia media (Kg/cm ²)	14.17			13.77		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
 NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro FECHA: 02/09/2020		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 691809 Especialista en Geotecnia NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña FECHA: 02/09/2020		
		 Germán Sagástegui Vázquez ING. CIVIL CIP: 126049 NOMBRE: Ing. Germán Sagástegui Vázquez FECHA: 02/09/2020				

Figura N° 162: Resistencia a la compresión no confinada C-2, M-1 (0.50 %)

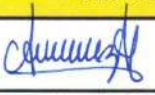



PROTOCOLO							
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"						
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166						
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020						
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		2.00%	
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO					Cemen: 41.86 kg/m ³	
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante			Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³	
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO						
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I							
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)			
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3845	3867	3884	3856	3841	3854	
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1944	1966	1983	1955	1940	1953	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	
DENSIDAD HUMEDAD(gr/cm ³)	2.172	2.197	2.216	2.184	2.168	2.182	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.055	2.079	2.097	2.076	2.056	2.073	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE N°							
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	147.32	134.67	133.33	124.55	144.68	142.12	
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	140.03	128.21	126.75	119.11	138.16	135.69	
PESO DE LA TARA (gr)	12.31	13.55	10.8	15.23	17.6	13.15	
PESO DE AGUA (gr)	7.29	6.46	6.58	5.44	6.52	6.43	
PESO MATERIAL SECO (gr)	127.72	114.66	115.95	103.88	120.56	122.54	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.7	5.6	5.7	5.2	5.4	5.2	
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I							
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)				
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6	
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7	
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0	
CARGA (Kg)	1355	1402	1412	1368	1324	1306	
AREA CM2	81.03	82.04	81.75	81.84	81.76	81.45	
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	16.72	17.09	17.27	16.72	16.19	16.03	
resistencia media (Kg/cm ²)	17.03			16.31			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DEL LABORATORIO		ASESOR			
 NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vázquez FECHA: 02/09/2020	

Figura N° 163: Resistencia a la compresión no confinada C-2, M-1 (2.00 %)

PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		3.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO					Cemen: 73.26 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante			Ace. Sulf: 0.30 L/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS			SATURADAS (4 HORAS)	
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3884	3872	3865	3864	3874	3864
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1983	1971	1964	1963	1973	1963
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD(gr/cm ³)	2.216	2.202	2.194	2.193	2.204	2.193
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.099	2.095	2.074	2.086	2.090	2.081
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	135.6	129.71	136.56	142.67	138.54	165.24
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	129.03	124.12	129.87	136.24	131.89	157.42
PESO DE LA TARA (gr)	10.8	15.16	14.36	11.29	10.34	12.12
PESO DE AGUA (gr)	6.57	5.59	6.69	6.43	6.65	7.82
PESO MATERIAL SECO (gr)	118.23	108.96	115.51	124.95	121.55	145.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.6	5.1	5.8	5.1	5.5	5.4
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA			SATURADA (4 HORAS)		
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	1963	1985	1968	1903	1913	1896
AREA CM2	81.65	82.03	81.77	82.36	81.64	81.17
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	24.04	24.20	24.07	23.11	23.43	23.36
resistencia media (Kg/cm ²)	24.10			23.30		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DEL LABORATORIO		ASESOR		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila	NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña ING CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		NOMBRE: Germán Sagastegui Vasquez ING. CIVIL CIP: 126046		
FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020	FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		

Figura N° 164: Resistencia a la compresión no confinada C-2, M-1 (3.50 %)


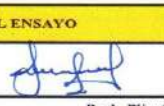


PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		5.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO					Cemen: 104.65 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Racante			Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ AVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)		
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3875	3867	3877	3870	3874	3881
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1974	1966	1976	1969	1973	1980
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD (gr/cm ³)	2.206	2.197	2.208	2.200	2.204	2.212
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.104	2.111	2.104	2.099	2.099	2.112
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	130.54	125.47	152.78	146.58	139.54	142.38
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	125.15	121.17	146.32	140.35	133.65	136.54
PESO DE LA TARA (gr)	13.56	15.23	14.78	10.8	16.5	13.6
PESO DE AGUA (gr)	5.39	4.3	6.46	6.23	5.89	5.84
PESO MATERIAL SECO (gr)	111.59	105.94	131.54	129.55	117.15	122.94
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.8	4.1	4.9	4.8	5.0	4.8
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DÍAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	2500	2485	2465	2398	2366	2455
AREA CM2	81.54	81.65	82.06	81.54	81.57	81.69
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	30.66	30.43	30.04	29.41	29.01	30.05
resistencia media (Kg/cm ²)	30.38			29.49		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
 NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Avila FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña FECHA: 02/09/2020		
		 NOMBRE: Ing. German Sagastegui Vázquez FECHA: 02/09/2020				

Figura N° 165: Resistencia a la compresión no confinada C-2, M-1 (5.00 %)

PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:	0.50%	
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO				Cemen: 9.41 kg/m3	
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante		Ace. Sulf: 0.30 L/m3	
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63	NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)			
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3796	3789	3769	3769	3784	3764
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1895	1888	1868	1868	1883	1863
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD(gr/cm3)	2.117	2.109	2.087	2.087	2.104	2.082
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.957	1.950	1.947	1.933	1.941	1.943
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	156.48	161.25	158.17	149.77	175.48	163.18
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	145.66	150.24	148.64	139.82	163.14	153.22
PESO DE LA TARA (gr)	13.82	16.07	16.43	15.24	16.55	13.24
PESO DE AGUA (gr)	10.82	11.01	9.53	9.95	12.34	9.96
PESO MATERIAL SECO (gr)	131.84	134.17	132.21	124.58	146.59	139.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.2	8.2	7.2	8.0	8.4	7.1
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	1185	1197	1154	1128	1122	1113
AREA CM2	81.56	81.67	81.69	81.42	81.63	81.32
RESISTENCIA (Kg/cm2)	14.53	14.66	14.13	13.85	13.74	13.69
resistencia media (Kg/cm2)	14.44			13.76		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
NOMBRE:	Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila	NOMBRE:	Bach. Elías Enrique Silva Navarro	NOMBRE:	Ing. German Sagastegui Vásquez	
FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	FECHA:	02/09/2020	

Figura N° 166: Resistencia a la compresión no confinada C-3, M-1 (0.50 %)

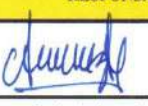
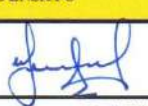


PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C3	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		2.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO					Cemen: 37.62 kg/m ³
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante			Acc. Sulf: 0.30 Lt/m ³
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)		
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3874	3855	3865	3874	3865	3852
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1973	1954	1964	1973	1964	1951
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD (gr/cm ³)	2.204	2.183	2.194	2.204	2.194	2.180
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.070	2.054	2.060	2.078	2.067	2.054
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	142.3	145.32	152.31	150.26	146.32	154.6
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	134.67	137.62	144.01	142.31	138.41	146.27
PESO DE LA TARA (gr)	17.6	15.14	16.3	12.12	10.6	10.8
PESO DE AGUA (gr)	7.63	7.7	8.3	7.95	7.91	8.33
PESO MATERIAL SECO (gr)	117.07	122.48	127.71	130.19	127.81	135.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.5	6.3	6.5	6.1	6.2	6.1
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DÍAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	1421	1431	1389	1382	1271	1465
AREA CM ²	81.23	80.9	81.55	81.55	81.71	81.87
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	17.49	17.69	17.03	16.95	15.56	17.89
resistencia media (Kg/cm ²)	17.40			16.80		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DEL LABORATORIO		ASESOR		
 NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Demetrio Carranza Peña FECHA: 02/09/2020		
 NOMBRE: Germán Sagastegui Vázquez FECHA: 02/09/2020						

Figura N° 167: Resistencia a la compresión no confinada C-3, M-1 (2.00 %)




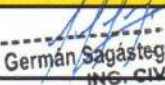
PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M-1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		3.50%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO			Cemen: 35.84 kg/m ³		
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante	Ace. Sulf: 0.30 Lt/m ³		
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESÚS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)		
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3826	3833	3842	3852	3845	3832
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1925	1932	1941	1951	1944	1931
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD(gr/cm ³)	2.151	2.159	2.169	2.180	2.172	2.158
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.987	1.990	1.999	2.015	2.005	1.997
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	142.36	126.35	126.89	136.58	133.26	144.37
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	132.47	117.68	118.34	127.21	124.11	134.62
PESO DE LA TARA (gr)	12.13	15.42	17.65	12.36	14.25	13.13
PESO DE AGUA (gr)	9.89	8.67	8.55	9.37	9.15	9.75
PESO MATERIAL SECO (gr)	120.34	102.26	100.69	114.85	109.86	121.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.2	8.5	8.5	8.2	8.3	8.0
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	1658	1689	1645	1589	1578	1562
AREA CM2	82.03	81.34	81.56	81.47	81.65	81.34
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	20.21	20.76	20.17	19.50	19.33	19.20
resistencia media (Kg/cm ²)	20.38			19.34		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
 NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro FECHA: 02/09/2020		 NOMBRE: Demetrio Carranza Peña FECHA: 02/09/2020		
 NOMBRE: Germán Sagastegui Vásquez FECHA: 02/09/2020						

Figura N° 168: Resistencia a la compresión no confinada C-3, M-1 (3.50 %)

PROTOCOLO						
ENSAYO:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (CNC)"					
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E-1103/ ASTM D-2166					
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA HUAYLILLAS – BULDIBUYO EN LA PROVINCIA DE PATAZ, 2020					
CALICATA:	C-3	MUESTRA:	M1	DATOS COMPLEMENTARIOS:		5.00%
UBICACIÓN:	TRAMO DE VÍA HUAYLILLAS - BULDIBUYO					Cemen: 94.05 kg/m3
FECHA DE ENSAYO:	12/07/2020	MATERIAL:	Rasante			Ace. Sulf: 0.30 Lt/m3
RESPONSABLES:	BACH. ANDERSEN JESUS GÓMEZ ÁVILA BACH. ELÍAS ENRIQUE SILVA NAVARRO					
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
M.D.S = 2.008 O.C.H= 8.63		NO SATURADAS		SATURADAS (4 HORAS)		
NUMERO DEL ENSAYO	1	2	3	4	5	6
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3824	3812	3816	3823	3806	3817
PESO MOLDE (gr)	1901	1901	1901	1901	1901	1901
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1923	1911	1915	1922	1905	1916
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0	895.0
DENSIDAD HUMEDAD(gr/cm3)	2.149	2.135	2.140	2.147	2.128	2.141
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.022	2.000	2.011	2.018	2.000	2.012
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	147.36	160.43	164.19	157.29	158.22	163.17
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	139.55	151.27	155.27	148.64	149.64	154.28
PESO DE LA TARA (gr)	15.26	15.28	16.41	13.82	16.4	15.46
PESO DE AGUA (gr)	7.81	9.16	8.92	8.65	8.58	8.89
PESO MATERIAL SECO (gr)	124.29	135.99	138.86	134.82	133.24	138.82
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.3	6.7	6.4	6.4	6.4	6.4
DATOS DE LA MUESTRA : REST. A LA COMPRESION MATERIAL MUESTREADO + CEMENTO PORTLAND TIPO I						
	NO SATURADA		SATURADA (4 HORAS)			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE DE CEMENTO EN PESO (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FECHA DE MOLDEO	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020	12/07/2020
FECHA DE ROTURA	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020	19/07/2020
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (Kn)	0	0	0	0	0	0
CARGA (Kg)	2080	1837	2143	2035	1764	1982
AREA CM2	81.55	82.52	82.83	82.16	81.71	81.87
RESISTENCIA (Kg/cm2)	25.51	22.26	26.12	24.76	21.59	24.21
resistencia media (Kg/cm2)	24.63			23.52		
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DEL LABORATORIO		ASESOR		
NOMBRE: Bach. Andersen Jesús Gómez Ávila		NOMBRE: Bach. Elías Enrique Silva Navarro		NOMBRE: Ing. Demetrio Carranza Peña		
FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		FECHA: 02/09/2020		
				Ing. German Sagástegui Vázquez		
				ING. CIVIL CIP N° 426049		
				Ing. German Sagástegui Vázquez		

Figura N° 169: Resistencia a la compresión no confinada C-3, M-1 (5.00 %)

ANEXO N° 04: Estudio de tráfico

Br. Gómez Ávila Andersen Jesús
Br. Silva Navarro, Elías Enrique.

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	1

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huayllillas - Buldibuyo		
Día	Lunes	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8	10.39
13-14	1	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	11.69
14-15	1	1	1	0	0	0	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8	10.39
15-16	1	2	1	0	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12.99
16-17	1	2	1	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9	11.69
17-18	0	1	0	0	1	1	3	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	10	12.99
18-19	1	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7.79
19-20	1	2	1	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	11.69
20-21	0	0	2	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	8	10.39
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	7	12	9	0	7	3	13	10	3	6	3	3	1	0	0	0	0	77	100.00
%	9.09	15.58	11.69	0.00	9.09	3.90	16.88	12.99	3.90	7.79	3.90	3.90	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 170: Volumen de tráfico promedio diario E-1, LUNES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	1

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huayllillas - Buldibuyo		
Día	Martes	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	1	3	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	9	16.98
08-09	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.55
09-10	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	11.32
10-11	1	2	1	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	9	16.98
11-12	0	2	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	11.32
12-13	1	1	1	0	1	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8	15.09
13-14	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9.43
14-15	2	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	11.32
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	7	12	8	0	4	0	8	5	1	6	0	2	0	0	0	0	0	53	100.00
%	13.21	22.64	15.09	0.00	7.55	0.00	15.09	9.43	1.89	11.32	0.00	3.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 171: Volumen de tráfico promedio diario E-1, MARTES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	1

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huayllillas - Buldibuyo		
Día	Miercoles	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13-14	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	10.53
14-15	1	3	1	0	0	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11	14.47
15-16	0	1	1	0	1	0	2	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	9	11.84
16-17	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	9.21
17-18	1	2	1	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	14.47
18-19	1	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	10	13.16
19-20	1	1	1	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	10.53
20-21	2	1	2	0	1	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	12	15.79
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	7	12	10	0	5	2	14	10	8	7	0	1	0	0	0	0	0	76	100.00
%	9.21	15.79	13.16	0.00	6.58	2.63	18.42	13.16	10.53	9.21	0.00	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 172: Volumen de tráfico promedio diario E-1, MIERCOLES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	1

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huayllillas - Buldibuyo		
Día	jueves	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	14.58
08-09	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	10.42
09-10	1	1	1	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	16.67
10-11	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10.42
11-12	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10.42
12-13	1	2	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14.58
13-14	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	12.50
14-15	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10.42
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	7	9	7	1	2	0	10	6	2	4	0	0	0	0	0	0	0	48	100.00
%	14.58	18.75	14.58	2.08	4.17	0.00	20.83	12.50	4.17	8.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 173: Volumen de tráfico promedio diario E-1, JUEVES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	1

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huayllillas - Buldibuyo		
Día	viernes	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	1	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.17
13-14	1	2	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	13.56
14-15	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7	11.86
15-16	0	2	1	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	13.56
16-17	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	11.86
17-18	0	2	1	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	13.56
18-19	1	2	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	13.56
19-20	1	1	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	11.86
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	5	12	10	0	1	1	11	10	3	5	0	1	0	0	0	0	0	59	100.00
%	8.47	20.34	16.95	0.00	1.69	1.69	18.64	16.95	5.08	8.47	0.00	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 174: Volumen de tráfico promedio diario E-1, VIERNES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	1

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huayllillas - Buldibuyo		
Día	sabado	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9.76
08-09	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	12.20
09-10	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12.20
10-11	0	2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	14.63
11-12	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	9.76
12-13	1	1	0	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7	17.07
13-14	1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14.63
14-15	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9.76
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	4	10	6	0	2	0	8	3	2	5	1	0	0	0	0	0	0	41	100.00
%	9.76	24.39	14.63	0.00	4.88	0.00	19.51	7.32	4.88	12.20	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 175: Volumen de tráfico promedio diario E-1, SABADO

Tramo	Huaylillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	1

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huaylillas - Buldibuyo		
Día	Domingo	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	1	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.91
13-14	1	1	1	0	1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	14.55
14-15	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12.73
15-16	0	2	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.91
16-17	0	3	2	0	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	20.00
17-18	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9.09
18-19	0	1	2	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	12.73
19-20	0	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9.09
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	3	13	11	1	4	1	10	6	2	4	0	0	0	0	0	0	0	55	100.00
%	5.45	23.64	20.00	1.82	7.27	1.82	18.18	10.91	3.64	7.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 176: Volumen de tráfico promedio diario E-1, DOMINGO

Tramo	Huaylillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	2

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huaylillas - Buldibuyo		
Día	Lunes	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	2	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	13.46
07-08	1	3	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	17.31
08-09	1	2	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	15.38
09-10	1	1	1	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	13.46
10-11	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	11.54
11-12	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7.69
12-13	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9.62
13-14	1	1	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	11.54
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	6	13	8	0	4	0	9	6	2	4	0	0	0	0	0	0	0	52	100.00
%	11.54	25.00	15.38	0.00	7.69	0.00	17.31	11.54	3.85	7.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 177: Volumen de tráfico promedio diario E-2, LUNES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	2

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huayllillas - Buldibuyo		
Día	Martes	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	1	1	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	15.25
15-16	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	11.86
16-17	0	1	1	0	0	1	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	8	13.56
17-18	0	2	1	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	13.56
18-19	2	2	2	0	0	0	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	13	22.03
19-20	0	1	2	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	11.86
20-21	0	2	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11.86
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	4	10	14	0	3	1	11	7	1	6	2	0	0	0	0	0	0	59	100.00
%	6.78	16.95	23.73	0.00	5.08	1.69	18.64	11.86	1.69	10.17	3.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 178: Volumen de tráfico promedio diario E-2, MARTES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	2

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Julcan - Agalpampa		
Día	Miercoles	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11.11
07-08	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11.11
08-09	0	3	1	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	20.00
09-10	0	2	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	15.56
10-11	1	2	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	17.78
11-12	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6.67
12-13	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11.11
13-14	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6.67
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	5	14	9	0	3	0	10	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	45	100.00
%	11.11	31.11	20.00	0.00	6.67	0.00	22.22	4.44	2.22	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 179: Volumen de tráfico promedio diario E-2, MIERCOLES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	2

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Agallpampa - Julcan		
Día	Jueves	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	14.04
15-16	1	3	2	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	19.30
16-17	1	2	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	14.04
17-18	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	10.53
18-19	1	2	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	15.79
19-20	0	0	0	0	1	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6	10.53
20-21	1	1	1	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	15.79
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	5	11	8	0	4	2	13	9	1	4	0	0	0	0	0	0	0	57	100.00
%	8.77	19.30	14.04	0.00	7.02	3.51	22.81	15.79	1.75	7.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 180: Volumen de tráfico promedio diario E-2, JUEVES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	2

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Julcan - Agallpampa		
Día	Viernes	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.71
07-08	1	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12.50
08-09	1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.71
09-10	0	2	1	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	14.29
10-11	0	1	2	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12.50
11-12	0	2	3	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	16.07
12-13	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.71
13-14	1	1	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12.50
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	5	13	15	0	3	0	11	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	56	100.00
%	8.93	23.21	26.79	0.00	5.36	0.00	19.64	8.93	3.57	3.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 181: Volumen de tráfico promedio diario E-2, VIERNES

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	1

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Agallpampa - Julcan		
Día	Sabado	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	2	2	2	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	15.00
15-16	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	11.67
16-17	1	2	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	9	15.00
17-18	1	2	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	15.00
18-19	2	3	0	0	1	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	10	16.67
19-20	0	1	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	10.00
20-21	1	1	2	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	10	16.67
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	8	12	10	0	4	0	9	4	3	8	0	2	0	0	0	0	0	60	100.00
%	13.33	20.00	16.67	0.00	6.67	0.00	15.00	6.67	5.00	13.33	0.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 182: Volumen de tráfico promedio diario E-2, SABADO

Tramo	Huayllillas - Buldibuyo
Cod Estación	E1
Estación	1

Ubicación	Km 7+000		
Sentido	Huayllillas - Buldibuyo		
Día	Domingo	Fecha	30-May-18

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	14.63
07-08	2	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	17.07
08-09	0	1	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	12.20
09-10	0	2	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14.63
10-11	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	9.76
11-12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.44
12-13	1	3	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	19.51
13-14	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9.76
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	6	9	9	1	2	0	7	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	41	100.00
%	14.63	21.95	21.95	2.44	4.88	0.00	17.07	0.00	4.88	12.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 183: Volumen de tráfico promedio diario E-2, DOMINGO

TRAMO DE LA CARRETERA	Huayllillas - Buldibuyo
CODIGO	E1
ESTACION	1

UBICACIÓN	Km 7+000
SENTIDO	Huayllillas - Buldibuyo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA. VEH.																			
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
06-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
07-08	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.26
08-09	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.13
09-10	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.13
10-11	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.26
11-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
12-13	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	6	12.77
13-14	1	1	1	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	7	14.89
14-15	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	10.64
15-16	-	1	1	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	10.64
16-17	-	1	1	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	10.64
17-18	-	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.51
18-19	-	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.51
19-20	-	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.51
20-21	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.13
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL		3	11	9	-	2	-	10	9	1	2	-	-	-	-	-	-	47	100.00
%		6.38	23.40	19.15	0.00	4.26	0.00	21.28	19.15	2.13	4.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 184: Estudio de clasificación vehicular de la E1

TRAMO DE LA CARRETERA	Huayllillas - Buldibuyo
CODIGO	E1
ESTACION	2

UBICACIÓN	Km 7+000
SENTIDO	Huayllillas - Buldibuyo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA. VEH.																			
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
06-07	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.16
07-08	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.16
08-09	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.12
09-10	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.16
10-11	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.12
11-12	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.08
12-13	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4.08
13-14	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.12
14-15	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.16
15-16	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.12
16-17	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.12
17-18	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6.12
18-19	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.16
19-20	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	6.12
20-21	-	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8.16
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
TOTAL		5	13	14	-	1	-	12	3	-	1	-	-	-	-	-	-	49	100.00
%		10.20	26.53	28.57	0.00	2.04	0.00	24.49	6.12	0.00	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Figura N° 185: Estudio de clasificación vehicular de la E2

TRAMO	RUTA	ESTACION	SENTIDO	IMD	TIPO DE VEHICULO										
					AUTOMOVIL	CAMIONETA	CAMIONETA RURAL	MICROBUS	OMNIBUS 2 E	OMNIBUS 3 E	CAMION 2E	CAMION 3 E	CAMION 4 E	SEMI TRAYLERS	TRAYLERS
Huaylillas - Buldibuyo	HUAY- BUL	km 7+000	E	47	3	11	9	-	2	-	10	9	1	2	-
			S	49	5	13	14	-	1	-	12	3	-	1	-
			E + S	96	8	24	23	-	3	-	22	12	1	3	-
			%	100.0	8.3	25.0	24.0	0.0	3.1	0.0	22.9	12.5	1.0	3.1	0.0

Figura N° 186: Índice medio diario anual, por sentido y tipo de vehículo, según tramos viales

ANEXO N° 05: Certificados de calibración de equipos de laboratorio.



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 056 - 2019

Página 1 de 5

1. Expediente 1113-2019

2. Solicitante GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y

3. Dirección MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

4. Equipo HORNO

Alcance Máximo 300 °C

Marca PERUTEST

Modelo PT-H76

Número de Serie 0122

Procedencia PERÚ

Identificación NO INDICA

Ubicación NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	20 °C a 300 °C	20 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2019-09-09

Fecha de Emisión 2019-09-09

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 056 - 2019

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de temperatura de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 Urb Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21	21.2
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1145-2018
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 056 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21.1 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110
Tolerancia: ± 5 °C

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T.prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	109.0	107.1	111.0	112.4	109.0	109.7	109.0	112.4	112.4	109.7	110.2	5.3
02	110.0	108.6	107.1	109.7	112.4	108.6	109.7	108.6	113.0	113.0	109.7	110.0	5.9
04	110.0	108.6	106.9	111.3	112.6	108.6	109.6	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	5.7
06	110.0	108.6	107.0	110.5	112.6	108.6	109.7	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	5.6
08	110.0	109.0	107.1	111.0	112.4	109.0	109.7	109.0	113.0	112.4	109.7	110.2	5.9
10	110.0	108.6	107.0	109.7	112.4	108.6	109.6	108.6	112.6	113.0	109.6	110.0	6.0
12	110.0	108.6	107.1	111.0	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	5.5
14	110.0	109.0	106.9	109.7	112.6	109.0	109.7	109.0	113.0	112.6	109.7	110.1	6.1
16	110.0	108.6	107.0	111.3	112.4	108.6	109.6	108.6	112.6	112.4	109.6	110.1	5.6
18	110.0	109.0	107.1	110.5	112.6	109.0	109.7	109.0	113.0	113.0	109.7	110.3	5.9
20	110.0	108.6	107.1	111.3	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	5.5
22	110.0	108.6	107.1	110.5	112.6	108.6	109.6	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	5.5
24	110.0	108.6	106.9	111.0	112.4	108.6	109.7	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	6.1
26	110.0	108.6	107.0	109.7	112.4	108.6	109.7	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	5.4
28	110.0	108.6	106.9	111.3	112.4	108.6	109.6	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	6.1
30	110.0	109.0	107.0	110.5	112.4	109.0	109.7	109.0	112.4	112.4	109.7	110.1	5.4
32	110.0	108.6	107.1	111.0	112.6	108.6	109.7	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	5.9
34	110.0	109.0	107.0	109.7	112.6	109.0	109.6	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	5.6
36	110.0	108.6	107.1	111.3	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	5.5
38	110.0	108.6	107.1	110.5	112.6	108.6	109.7	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	5.9
40	110.0	109.0	106.9	111.0	112.6	109.0	109.6	109.0	112.6	112.6	109.6	110.2	5.7
42	110.0	108.6	107.0	109.7	112.4	108.6	109.7	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	5.6
44	110.0	108.6	107.0	111.0	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	113.0	109.7	110.1	6.0
46	110.0	108.6	107.1	109.7	112.6	108.6	109.6	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	5.5
48	110.0	109.0	107.1	111.3	112.6	109.0	109.7	109.0	112.4	112.6	109.7	110.2	5.5
50	110.0	108.6	106.9	110.5	112.4	108.6	109.7	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	6.1
52	110.0	108.6	107.0	111.3	112.6	108.6	109.6	108.6	112.4	113.0	109.6	110.1	6.0
54	110.0	108.6	107.1	111.0	112.6	108.6	109.6	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	5.9
56	110.0	108.6	107.1	109.7	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	112.6	109.7	110.0	5.5
58	110.0	109.0	106.9	111.3	112.6	109.0	109.7	109.0	112.6	113.0	109.7	110.3	6.1
60	110.0	108.6	107.0	110.5	112.6	108.6	109.6	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	6.0
T.PROM	110.0	108.7	107.0	110.6	112.5	108.7	109.7	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	109.0	107.1	111.3	112.6	109.0	109.7	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	108.6	106.9	109.7	112.4	108.6	109.6	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.4	0.2	1.6	0.2	0.4	0.1	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 056 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.0	11.3
Mínima Temperatura Medida	106.9	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	5.7	7.1
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	6.1	7.1

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las Indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Calle Bishil Base Nro. 4320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS · MATERIALES · CONCRETOS · ASFALTOS · ROCAS · FÍSICA · QUÍMICA

RUC N° 20602182721

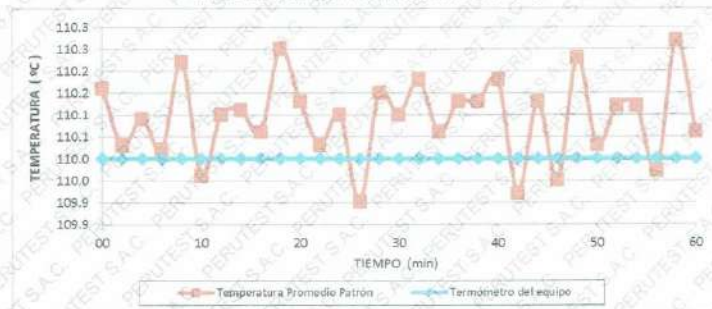
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 056 - 2019

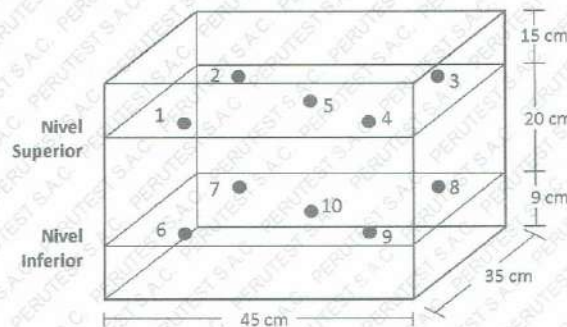
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.
CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS · MATERIALES · CONCRETOS · ASFALTOS · ROCAS · FÍSICA · QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 086 - 2019

Página 1 de 3

1. Expediente	1113-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L.	<p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
3. Dirección	MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD.	
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO	
Capacidad	120000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-120	
Número de Serie	1057	
Procedencia	PERU	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGHT	
Modelo	315-XSP	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-09-19	

Fecha de Emisión

2019-09-20

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 086 - 2019

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En el Laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C.
 Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.0 °C	22.0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE-272-18

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.
CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 086 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza


Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	F_4 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	10000	10020	10020	10032	10024
20	20000	20061	20073	20061	20064
30	30000	30110	30117	30110	30112
40	40000	40125	40118	40118	40121
50	50000	50155	50148	50148	50151
60	60000	60184	60175	60175	60179
70	70000	70198	70190	70181	70192
80	80000	80223	80232	80223	80225
90	100000	100248	100238	100248	100245
100	120000	120310	120321	120299	120310
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000	-0.24	0.11	-0.06	0.10	0.58
20000	-0.32	0.06	0.06	0.05	0.58
30000	-0.37	0.02	0.02	0.03	0.58
40000	-0.30	0.02	-0.02	0.03	0.57
50000	-0.30	0.02	-0.02	0.02	0.57
60000	-0.30	0.01	-0.01	0.02	0.57
70000	-0.27	0.02	-0.01	0.01	0.57
80000	-0.28	0.01	0.01	0.01	0.57
100000	-0.24	0.01	-0.01	0.01	0.57
120000	-0.26	0.02	0.01	0.01	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.
CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN
PT - IV - 0341 - 2019

Página 1 de 3

1. Expediente	1113-2019	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION	
3. Dirección	MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD.	
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-CC	
Procedencia	PERÚ	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	037	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	ANALÓGICO	
Ubicación	NO INDICA	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Verificación	2019-09-09	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2019-09-09	 MANUEL ALEJANDRO ALTAGA TORRES	

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0341 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

En el Laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. E Lt 14 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE	L-0470-2019
INACAL	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019


10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.

(*) Serie grabado en el instrumento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN

PT - IV - 0341 - 2019

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
52.18	149.90	125.49

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.00	1.99	13.01

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.99	47.01

Fin del Documento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Simón Bolívar N° 4220 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR
MANUFACTURADO POR**

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarin	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	029

**El molde para compactación CBR ha sido Fabricado,
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
NTP 139.145

Lima, 10 de Setiembre del 2019



Aprobado:

Alejandro Flores Minaya
Dep. Técnico y Metrología

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.
CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR
MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a.(6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	028

**El molde para compactación CBR ha sido Fabricado,
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
NTP 139.145

Lima, 10 de Setiembre del 2019

Aprobado:



Alejandro Flores Minaya
Dep. Técnico y Metrología

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Calle Gálvez 1400 - Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.
CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR
MANUFACTURADO POR**

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	030

**El molde para compactación CBR ha sido Fabricado,
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883
NTP 139.145

Lima, 10 de Setiembre del 2019

Aprobado:



Alejandro Flores Minaya
Dep. Técnico y Metrología

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Calle 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MARTILLO PROCTOR MODIFICADO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Peso	4540 \pm 10 g
Caída	457 \pm 1.3 mm (18")
Diámetro de la masa	50.8 mm
Serie	021

**El Martillo Proctor Modificado ha sido fabricado, examinado
y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las
especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D – 1557
NTP 339.141

Lima, 10 de setiembre del 2019

Aprobado:



Alejandro Flores Minaya
Dep. Técnico y Metrología

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Buenavista, Calle Siroshi Base Nro. 4320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PROCTOR MODIFICADO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro interno	152.4 mm \pm 0.7 mm
Altura	116.4 mm \pm 0.5 mm
Volumen	2 124 cm ³ \pm 25 cm ³
Serie	020

**El Molde Próctor Modificado ha sido Fabricado, examinado y
ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las
especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D – 1557
NTP 339.141 / MTC E 115

Lima, 02 setiembre del 2019

Aprobado:



Alejandro Flores Minaya
Dep. Técnico y Metrología

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PROCTOR ESTANDAR

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro interno	101.6 mm \pm 0.4 mm (4")
Altura	116.4 mm \pm 0.5 mm
Volumen	944 cm ³ \pm 14 cm ³
Serie	012

**El Molde Próctor Estándar ha sido Fabricado, examinado y
ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las
especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D – 1557
NTP 339.141 / MTC E 116

Lima, 10 de Setiembre del 2019

Aprobado:



Alejandro Flores Minaya
Dep. Técnico y Metrología

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

ANEXO N° 06: Procedimiento para determinar el método apropiado de estabilización

Figura 9.2
Proceso de selección del Tipo de Estabilización

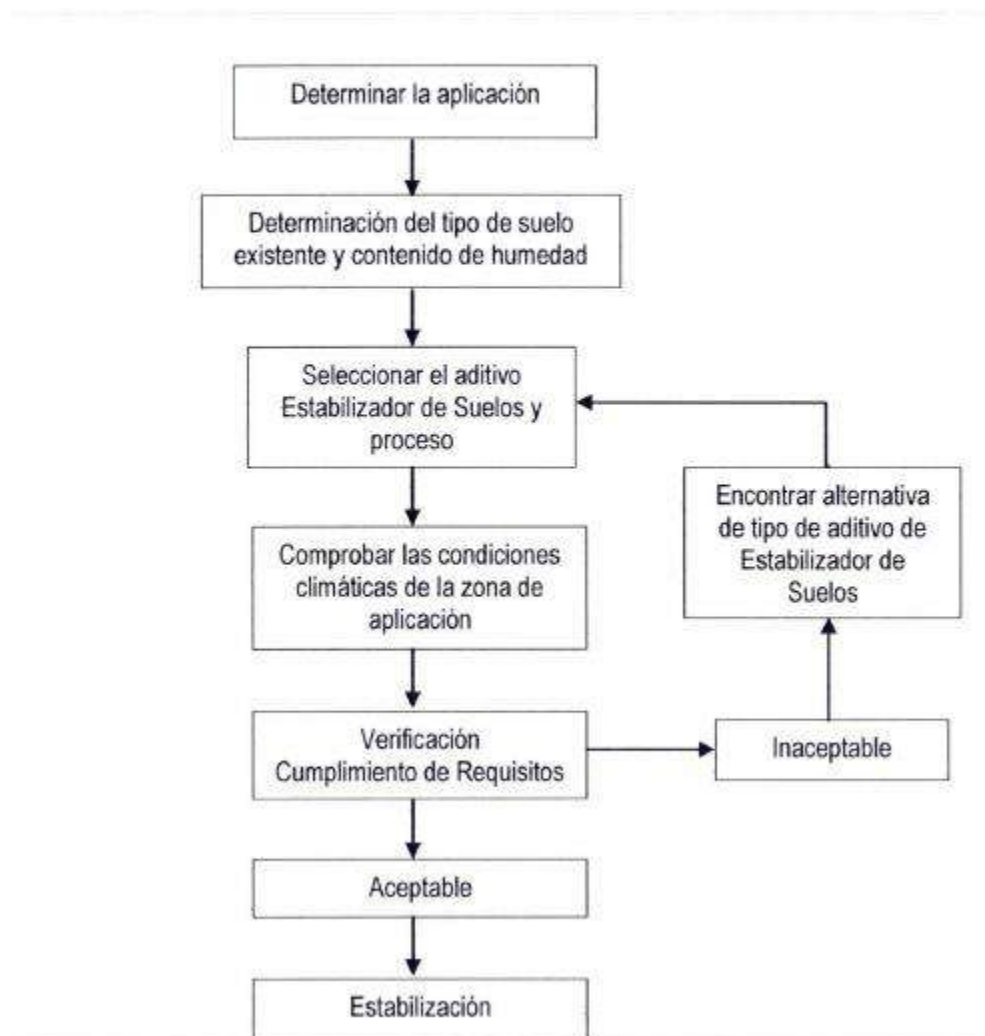


Figura N° 187: *Proceso de selección del tipo de Estabilización*

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014.

Cuadro 9.2
Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo ⁽¹⁾	Dosificación ⁽²⁾	Curado (Apertura Al Tránsito) ⁽³⁾	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A-3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽²⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Figura N° 188: *Guía Complementaria Referencial para la selección del Tipo de Estabilizador*

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014.

ANEXO N° 07: Ficha Técnica del aceite sulfonado.



FICHA TÉCNICA



i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- El suelo natural con plasticidad
- El aditivo líquido PROES, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con PROES aporta toda la capacidad estructural necesaria, por lo que requiere de una carpeta de rodado sólo como protección de la abrasión producida por el tráfico y según el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
- Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cuál consiste en cemento u otro filler gestionable localmente.
- El aditivo líquido PROES se agrega al suelo en dosis de 0,30 a 0,35 lt/m³ de suelo estabilizado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo PROES en agua previo a su aplicación.
- La finalización del proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio. Este proceso debe realizarse en las 4 horas inmediatamente posteriores al riego.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

Envase : Estanque HDPE anillado de 55 galones 200 litros, sellado, diámetro 595 mm, altura 888 mm (ver ilustración adjunta).

Transporte: : los estanques se movilizan en pallets de 1000mm x 1200 mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

División de riesgo : Clase 8 - Líquido corrosivo
Código UN : NU 3256
Estado físico : líquido de color oscuro y apariencia oleosa
Peso específico : 1,15
pH : 1 a 1,5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución.
Estabilidad : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C
Fecha de caducación : no tiene

Proes Tech Perú SAC 2 de Mayo 826, oficina 001, Miraflores, Lima, Perú. Fono: +56 1 445 9676
; www.proestech.com

Figura N° 189: Ficha técnica del aceite sulfonado

Fuente: Proestech, 2020.

ANEXO N° 08: Certificado de ensayos en laboratorio

CERTIFICADO

DE ENSAYOS EN LABORATORIO

El que suscribe, Ing. Demetrio Carranza Peña, hace constar por medio de la presente que los Sres. Bach. Andersen Jesús Gómez Avila y Bach. Elias Enrique Silva Navarro, identificados con D.N.I N° 73902762 y 72751655 respectivamente, han realizado los ensayos de Contenido de Humedad, Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor Modificado, CBR y Compresión no Confinada, en las instalaciones del *Laboratorio de suelos, concreto, asfalto y ensayos químicos GEOCONS SRL*, requeridos para la tesis *“Influencia del aceite sulfonado y cemento portland tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo en la Provincia de Pataz, 2020”*; los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestro archivo.

Se expide esta certificación a solicitud de los interesados, para los fines que estime conveniente.

Trujillo, 01 de setiembre del 2020



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

Ing. Demetrio Carranza Peña
Coordinador de Laboratorio

Figura N° 190: Certificado de Ensayos de Laboratorio